مختصر العلوم الهندسية

الجزء الثامن

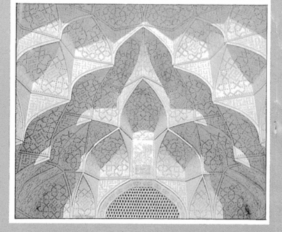
تصميم وحساب

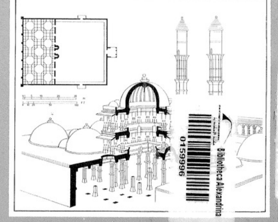
عناصر المنشآت البحرية

إعداد المهندس المعمار

عماد تنبكجي

دار دمشق

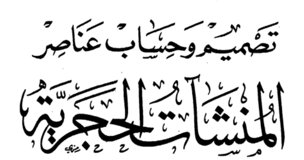






مختصر العلوم الهندسية

الجزء الثامن



- خصائص المواد البنائية وأشكالها المتاحة
- الحسابات الإنشائية
- مثال تطبيقي

إعداد المهندس

عماد محمد عدنان تنبكجي



الطبعة الاولى
١٩٨٨

سلسلة : مختصر العلوم الهندسية (٨)
الكتاب : تصميم وحساب عناصر المنشآت الحجرية .

اعداد : المهندس عماد عدنان تنبكجي
الطابع : مطبعة الشام
عدد الطبع : ٢٠٠٠ نسخة
الناشر : دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع
دمشق ـ سوريا : شارع بور سعيد هاتف: ٢١١٠٢٢ ـ ٢١١٠٤٨ ص.ب
٥٣٧٢ تلكس ٤١٢٥٣٨ زينه

● المقدِّمة :

نعني بالمواد البنائيّة هنا ، الكتل الحجريّة المصطفّة على شكل مداميك ، تربط بينها مونة اسمنتيّة ، كما نعني بها الكتل البيتونيّة وقطع البلوك .

يناقش الفصل الأوّل ، كافّة خصائص العناصر هذه ، ذات الأشكال المتباينة . كما يتناول تأثير تلك المواد ، على التصاميم التفصيلية ، على طرق وأساليب الإنشاء والتنفيذ ، وعلى أشكال مختلف طرز الأبنية المعروفة .

سيناقش الفصل الأوّل أيضاً ، تأثيرات المواد هذه ، على اقتصاديّة كلف المباني ، كما سيتناول مجالات التطوُّر المستقبليّة لهذه المواد ، ومدى ملاءمتها للنظريّات الحديثة ، التي وضعت قيوداً جديدة ، تبتغي بها سلامة المبنى وقاطنيه .

وضع الفصل الثاني ، خطوطاً عريضة ، الهدف منها مناقشة أساليب حساب عناصر الأبنية البنائيّة ، دون التوغُّل كثيراً في التعقيدات النظريّة ، فأساليب الحساب التي سنتناولها ، تشمل فقط ما يكفي مهندسي العمارة ، لكي يتفهّموا ويعقلوا ما بين أيديهم من تصاميم ، ولكي تتوافق تصاميمهم ، مع نظريّات الإنشاء .

اعتمدنا في اختيار نظريّات الإنشاء ، على ما تنص عليه أنظمة البناء ، وعلى طرق الحساب التقريبي ، التي نجد قواعد لها ، ضمن ما لدينا ، من تعليمات وأنظمة .

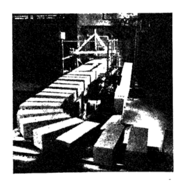
حوى الفصل الثالث ، على معلومات تتضّمن نموذجاً تطبيقيّاً ، أجريت عليه الحسابات المطلوبة ، كما حوى على جداول حسابيّة ورقمية ، تفيدنا في فهم إجراءات وتسلسل العمليّات الحسابيّة .

الفصل الأول

خصائص المواد البنائية وأشكالها المتاحة

● المقدِّمة :

يضع هذا الفصل ، خطوطاً عريضة ، نستبين بها مصادر وطرق إنتاج الحجر الإنشائي ، البلوك ، والكتل البنائيّة . كما تتناول الملاحظات المدوّنة في هذا الفصل ، الطريقة التي بها تؤثِّر الخصائص المتنوِّعة ، التي تتّصف بها المواد البنائيّة ، على انتقاء الأنسب منها ، لمبنى محدّد الوظائف والطراز ، وعلى تصاميمه التفصيليّة . تتناول الملاحظات أيضاً ، دور الخصائص العامّة للمواد البنائيّة ، في التأثير على شكل المبنى .





● أنواع وأشكال المواد البنائيّة :

* المواد الحجريّة :

-1.01: كان الحجر إلى وقت قريب ، المادّة البنائيّة الوحيدة المتاحة في هذا العالم ، إلاّ أنّ أهميته اليوم ، قد تناقصت إلى أن أضحى مادّة تكميليّة ، تلعب دوراً ثانوياً في العمليّة الإنشائيّة ، خصوصاً فيما يمكن لها أن تلعبه من دور ، في التطبيقات الهندسيّة . إنّ ما يحتاجه تحويل الحجر الخام ، إلى حجر صالح للإستخدامات الإنشائيّة ، من أعمال ضخمة ، كأعمال التقطيع والتشذيب ، أدّى إلى إقصاء الحجر كمادّة من مواد الإنشاء ، عن مكانتها المرموقه ، لتحلّ محلّها مواد اكتشفت لاحقاً ، كالبلوك والكتل البيتونيّة . اقتصر دور الحجر ، خصوصاً في الآونة الأخيرة ، على أعمال الإكساء ، فتحوّل بذلك تصنيفه ، ليصبح مادّة من مواد الإكساء ، بعد أن كان واحداً من أهم مواد الإكساء . يعدُّ حجر الغرانيت ، الحجر الرملي ، والأحجار الكلسية ، من الأحجار التي ما زالت إلى الآن ، من عداد الأحجار الشائع استخدامها لأغراض إنشائيّة ، أنظر اللوحة (١ ـ ١) .

اللوحة (1 ـ 1) : تظهر اللوحة مقارنة ما بين الخصائص العائدة لأنواع أساسيّة من القطع الحجريّة المستخدمة في الأعمال الإنشائيّة .

	الكثافة Kg/m³	مقاومة الكسر القصوى مقدّرة بـ «MN/m²»	وزن الماء الممتص إلى وزن القطعة الجافّة
غرانيت	2600 to 2750	92 to 147	0·09 to 0·55
الحجر الرملي	1950 to 2260	25 to 92	3·50 to 8·00
الحجر الكلسي	2020 to 2350	10 to 65	4·50 to 11·00

ـ مقالع الحجارة :

-1.02: تستخرج الأحجار من مقالعها ، إمّا بطريقة النسف بالمتفجرات ، أو بدق أسافين ، لإحداث صدع في الجرف الصخري . تتصدّع أحجار كالغرانيت مثلاً ، لها سطوح حبيبيّة الشكل ، وفق أيِّ خطٍّ من خطوط التصدُّع المنتشرة على سطحه ، دون أن يكون لأحد هذه الخطوط ، ميزة عن آخر ، يؤثر بها على مقاومة الحجر الناتج عن عمليّة الفلق . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى ، نلاحظ أنّ الأحجار الكلسية والرملية ، تتألف من طبقات تمتد موازية للإتّجاه الطبيعي لسرير المقلع ، أو موازية للمستوى المتشكّل عن طريقة ترسّبها .

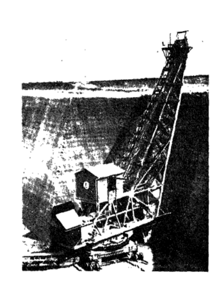
تتعّرض الطبقات المترسّبة فيها بعد ، لتموّجات وجيشانات مصدرها باطن الأرض ، ممّا يزيح تلك الطبقات عن مكانها الأصلي ، لذا يتوجّب علينا أن نتأكدّ أنّ إتّجاه مستوى تنضيد طبقات الحجر المستخرج من مقالعه ، والمراد استثماره إنشائيّاً ، هو إتّجاه عمودي ، على اتّجاهات الضغط المعرّض له ، وهو في مكانه ضمن تشكيلة المنشأة .

* قطع البلوك :

1.03-: يتم اختيار الأبعاد النظامية لقطع البلوك مستطيلة الشكل ، بما يتيح لنا وضعها مترابطة مع قطع البلوك المنضّدة بشكل مواز وعمودي على إتّجاه واجهة الجدار . وانسجاماً مع هذه الغاية ، تختار أطوال القطع ، بمسافات تساوي ضعف المسافة المحدّدة لعرض القطعة . تحدّد مواصفات وخصائص قطع البلوك ، وتضبط أبعادها ، بما يتوافق والتعليمات الواردة في ثلاثة أنظمة من أنظمة البناء البريطانيّة . يعنى النظام ، الأوّل بتحديد مواصفات وخصائص وأبعاد قطع البلوك ، المصنّعة من تربة ناريّة ، من الصلصال أو الطفل . بينما يعنى الثاني بتحديد مواصفات وخصائص وأبعاد قطع البلوك المستخلصة من الحجر الرملي . أما النظام الثالث ، فيعنى بتحديد مواصفات وخصائص وأبعاد قطع البلوك المصنّعة من البيتون . تتنوّع أشكال وخصائص القطع هذه ، كما تتنوّع مقاوماتها ودرجة تحمّلها للحمولات والظروف المتقلّبة ، تنوُّعاً كبيراً ، من قطعة لأخرى ، ومن طراز إلى آخر .

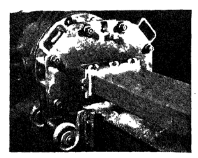
- طرق تصنيع البلوك الصلصالي :

1.04-: يعد البلوك الصلصالي «القرميد» ، واحداً من أهم المواد المستخدمة في المنشآت المشادة من مواد بنائيّة . يحوي منجم الصلصال ، أنظر الشكل (١ ـ ١) ، عدداً من المعادن الأساسيّة أهمُّها : السيليكا «ثاني اكسيد السيليكون» ، الألومينا «أكسيد الألمنيوم» والكولنيت «فلز الطّفل الصيني . كما يحوي أيضاً عدداً من المعادن الأخرى كالفلسبار «سليكات الألمنيوم» والميكا «البلق» . يشكّل حجم الكولنيت ، خمسين بالمئة من الحجم الكلي للمنجم . يستخرج الصلصال من تربة الأرض ، حيث يمزج وينخل ، ثمّ يمرّر على اسطوانات دائريّة ، ويضاف الماء إليه ، لإعطاء المزيج اللدونة المطلوبة ، لمسايرة عمليتي الكبس والتشكيل اللدائني ، أنظر الشكل (٢ ـ ١) .



الشكل (1 ـ 1) : يظهر الشكل حفّارة ميكانيكيّة ، تقف إلى جوار جدار منجم استخراج الصلصال .

1.05-: ينتقل الصلصال عند تعريضه لضغط محدّد ، باتّجاه آلة تصنيع البلوك ، حيث يسكب ويضغط ضمن قوالب ، لإنتاج كتل خشنة الملمس متعرّجة الحواف ، تشذّب أخيراً ، من خلال تعريض القالب للرج



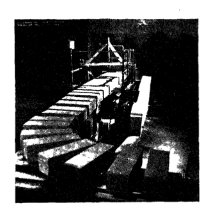
الشكل (2 ـ 1) : يظهر الشكل عمود من الصلصال ، مشكّل بطريقة البثق .

المحكم . تظهر الجدائل التزيينيّة أو الفجوات العميقة ، على وجه واحد من وجوه القطع . تعمل هذه الفجوات ، على تخفيف وزن القطع ، وبالتالي تيسّر أعمال نقل البلوك والتعامل معه ، كما يمكن اعتبارها الدليل العفوي ، الذي يمكن له أن يرشدنا إلى أمكنة فرش المونة الرابطة للقطع .

عند التعامل مع الصلصال ، وفق تسلسل إجراءات البثق ، يمرّر الصلصال عبر آلة خلط وصنع الفخار ، إلى أن يصل برغي البثق الملولب . يدفع الصلصال قسرياً على طول اللقمة الملولبة ، لإنتاج عمود من الفخار ، يقطّع فيما بعد ، إلى قطع ذات أبعاد نظاميّة ، بواسطة سلك رفيع وحاد ، أنظر الشكل (٣ ـ ١) .

-1.06: بعد كبس قطع البلوك وتصنيعها ضمن قوالب جاهزة ، أو تقطيعها بسلك ، بعد تحويل الصلصال إلى عمود من الفخار ، تصبح قطع البلوك جاهزة للتجفيف ، وبالتالي التعرُّض لنيران فرن خبز الخزف ، التي تصل درجة حرارته إلى ما يتراوح ما بين (950C)و (1220C) . يحترق ما يحتويه الصلصال من مواد عضوية ، احتراقاً تلقائياً ، ممّا يوفرّ كميّات كبيرة من الوقود اللازم لإيصال درجة حرارة الفرن إلى الدرجة المطلوبة .

إلا أن هذه الظاهرة ، تسبِّب أيضاً تواجد مسامات ، تنتشر على سطوح القراميد ، ممّا يجعل المنشأة المشادة منها فيما بعد ، منشأة تتوزّعها مسامات دقيقة الأبعاد .



الشكل (3 ـ 1) : يظهر الشكل آلة اقتطاع العواميد المشكّلة بطريقة البثق ، للوصول إلى القطع الآجريّة .

أبعاد قطع البلوك :

-1.07: قبل تبني الوحدات المتريّة ، كأساس لقياس أبعاد قطع البلوك ، كانت الأبعاد تقاس بالإنش ، فكان طول القطعة يساوي (8 ¾) إنش ، وعرضها يساوي (4 3/16) إنشاً ، وعمقها يساوي (2 ⅝إنش أو (2 ⅞) إنش . ممّا استلزم قوالب أبعاد واجهاتها تساوي (9 ×3) إنشاً ، وعروضها واحدة من مضاعفات وحدة الطول المساوية لـ(4½) إنش . عند استخدام الوحدات المتريّة ، أصبحت أبعاد قطع البلوك على الشكل التالي :

اللوحة (2 ـ 1) : تظهر اللوحة معدّلات تراوحيّة قيم كثافة ، مقاومة وقدرة قطع من البلوك على امتصاص المياه .

	الكثافة مقدّرة بـ «Kg/m³»	مقاومة الكسر القصوى مقدّرة بـ «MN/m²»	وزن الماء الممتص إلى وزن القطعة الجافّة
البلوك العادي وبلوك الواجهات	1400 to 1800	3·5 to 70·0	9 to 28
البلوك الهندسي	1900 to 2500	49·0 to 140·0	0·1 to 7·0

الطول : 215 m.m .

العرض = 102.5 m.m .

العمق = 65 m.m .

توضح اللوحة (٢ ـ ١) ، متراوحيّة الكثافة ، مقدار المقاومة ، ومدى قدرة القطع على الإمتصاص .

* الكتل البنائيّة :

-1.08: توضح اللوحة (٣ ـ ١) بشكل موجز ، طراز وخصائص الكتل المستخدمة كوحدات جداريّة ، والتي تزيد أطوالها ، عروضها وارتفاعاتها ، عن أطوال عروض ، أو ارتفاعات قطع البلوك النظاميّة . تختار أبعاد الكتل البنائيّة ، وفقاً لأبعاد الهيكل الجداري .

وبشكل عام ، تكون أبعاد الكتل البنائيّة على الشكل التالي :

الطول = 17 ⅜ إنش .

العرض = 8 ⅝ إنش

أمّا السماكة فهي واحدة من مضاعفات الإنش الواحد . كما تتاح كتل بنائيّة بأبعاد هي :

الطول = 448 m.m .

العرض = 219 m.m .

اللوحة (3 ـ 1) : تظهر اللوحة ملخَّصاً للمتطلّبات الأساسيّة للقطع البنائيّة الصلدة ، المستخدمة في أعمال البناء ، كما تنصُّ عليه إحدىٰ أنظمة البناء .

التمدُّد الحاصل جرّاء تعرُّضها للبلل	التقلّص الأعظمي المسموح به جرّاء جفافها (٪)	المقاومة الدنيا للوحدة البنائيّة مقدّرة بـ «N/m.m²»	معدّل مقاومتها الدنيا لقوىٰ الضغط مقدّرة بـ «N/m.m²»	كثافة الكتلة البيتونيّة مقدّرة بـ «Kg/m³»	مواد وأساليب التصنيع	طراز الكتلة الصلدة
نلحظ ذلك فقط عند إدخال خبث المعادن في بنية القطع الآجريّة ، لذا ينبغي الحرص على أن لا تزيد تلك التمدُّدات عن ما نسبته تساوي (0.02%) من حجم الكتلة الجافّة .	0·05 0·05 0·06 0·06 0·06 0·06 0·06	2·8 5·6 8·4 11·2 16·8 22·4 28·0	3·5 7·0 10·5 14·0 21·0 28·0 35·0	لا أقل من (1500)	يمكن لتشكيلها استخدام كافّة المواد المتاحة ، كما يمكن لتصنيعها استخدام أيٍّ من أساليب التصنيع . شريطة أن تذعن الكتل المنتجة للمواصفات المطلوبة .	A
	0·07 0·08	2·25 5·6	2·8 7·0	تقل عن (1500) وتزيد عن (625) .	كما في الأعلى	B
	0·09	2·25	2·8	أقل من (625) .		
	0·08	تتنوّع الحمولات المستعرضة المفضية للكسر ، بتنوُّع مواصفات وأبعاد الكتل البيتونيّة المنتجة .		أقل من (1500) وتزيد عن (625) .	كما في الأعلى .	C
	0·09			Less than 625		

ملاحظات :

١ ـ تستخدم القطع البيتونيّة الصلدة المدرجة تحت التصنيف (A) ، في أعمال البناء كافّة ، بما فيها إنشاء الجدران الواقعة تحت منسوب طبقات التربة الرطبة . تصنَّع الكتل الصلدة من البيتون الكثيف أو من بيتون كثيف مزجت خلطته من مواد حبيبيّة خفيفة الوزن .

٢ ـ تستخدم القطع البيتونيّة الصلدة المدرجة تحت التصنيف (B) ، في أعمال البناء كافّة ، بما فيها إنشاء عناصر أبنية تقع تحت منسوب طبقات التربة الرطبة ، حيث تستخدم في إنشاء جدرانها الداخليّة ، وفي إنشاء السطوح الداخليّة لجدرانها الخارجيّة . يمكن استخدام البيتون المهوّىٰ «ذي الفجوات الهوائيّة» ، لتشكيل قطع بيتونيّة صلدة أو مفرّغة ، كما يمكن استخدام الرمل والحبيبات ذات الأوزان الخفيفة في تشكيل تلك القطع ، كما يمكن إدخال نشارة الخشب في بنية تلك القطع . تشاد الأجزاء العميقة من جدران الأبنية الخارجيّة ، الواقعة تحت منسوب التربة الرطبة ، من قطع صلدة ، مفرّغة أو خلويّة ، تدخل في بنيتها حبيبات ذات كثافة عالية ، على أن لا تقل مقاومتها لقوى الضغط عن (7N/m.m²) .

٣ ـ تستخدم القطع البيتونيّة الصلدة ، المدرجة تحت التصنيف (C) ، في إنشاء الجدران غير الحاملة . أو إنشاء الفواصل الداخليّة المعرّضة لحمولات قليلة جداً .

ينبغي أن لا يزيد ارتفاع الكتلة البنائيّة عن طول الكتلة ، ولا يزيد أيضاً عن وحدة الطول المساوية لستة أمثال السماكة . توضّح اللوحة (٤ ـ ١) ، الأبعاد الإجماليّة المقترحة لأنواع من الكتل البنائيّة ، كما ينص عليها نظام من أنظمة البناء .

اللوحة (4 ـ 1) : توضّح اللوحة أبعاد الكتل البيتونيّة بصورتها القديمة والحديثة .

طراز الكتلة البيتونيّة	الطول × العرض «الأبعاد المتناسقة» مقدّرة بـ «m.m»	أبعاد التشغيل مقدّرة بـ «m.m»	سماكة التشغيل مقدّرة بـ «m.m»
الطراز (A)	400 × 100 400 × 200	390 × 90 390 × 190	75, 90, 100 140 and 190
	450 × 225	440 × 215	75, 90, 100 140, 190 and 215
الطراز (B)	400 × 100 400 × 200	390 × 90 390 × 190	75, 90, 100 140 and 190
	450 × 200 450 × 225 450 × 300 600 × 200 600 × 225	440 × 190 440 × 215 440 × 290 590 × 190 590 × 215	75, 90, 100 140, 190 and 215
الطراز (C)	400 × 200 450 × 200 450 × 225 450 × 300 600 × 200 600 × 225	390 × 190 440 × 190 440 × 215 440 × 290 590 × 190 590 × 215	60 and 75

ـطرق التصنيع :

-1.09: تعرض اللوحة (٥ ـ ١) ، قائمة بالمواد المستخدمة في تصنيع الكتل البنائيّة . تنتج الكتل البيتونيّة المهوّاة ، عن نشر كتل متراصّة مهوّاة . هناك كتل أخرى ، كالكتل الكثيفة المؤلّفة من مجموعة من المواد المكوِّنة ، خفيفة الوزن ، أو الكتل المؤلّفة من خبث المعادن ، لا يمكن تصنيعها إلاّ بمساعدة قوالب جاهزة ، أو بإمرار مكوِّناتها على آلات تصنيع الكتل البنائيّة ، وذلك لإنتاج كتل خاضعة لضغوط محدّدة .

ملاحظة :

١ ـ هناك كتل أخرى بأبعاد أخرى ، تُنتج حسب الطلب ، أبعادها التشغيليّة هي (448m.m×219m.m) ، وسماكة (51 ,64 ,76 ,102 ,152 أو 219m.m) . وأيضاً (397m.m×194m.m) ، وسماكة (75 ,92 ,102 ,143 و194m.m) .

٢ ـ إذا لم تتقيّد بجمل أبعاد الكتلة المنتجة بالأبعاد المعياريّة ، أو إذا كانت مصمّمة لتلبية متطلّبات معيّنة ، فكانت لها أبعاداً محدّدة وأشكالاً متّفق عليها ، فلابدّ عندها من أن تصمّم الكتل ، وتحسب أبعادها بما يتوافق مع الأبعاد والأشكال المعياريّة ، دون أن يؤثّر ذلك على استجابتها للمتطلّبات المستجدّة الأخرى .

٣ ـ لقد تمّ شرح المقصود من طراز القطع المرموز لها بالرموز A,B,وC) ، في حاشية اللوحة (٣ ـ ١) .

1.10- تمتاز الكتل البنائيّة الصلدة ، باحتوائها على ثلوم طرفيّة ، ثقوب إصبعيّة ، أو على فجوات بأبعاد بسيطة ، لا يزيد مجموع حجومها عن ربع الحجم الكلي للكتلة ، مقاساً وفقاً لأبعاده النظاميّة . تحوي الكتل البنائيّة المفرّغة ، على فجوات تمتد من طرف إلى آخر . ينبغي أن لا يزيد مجموع الفجوات هذه ، عن نصف الحجم الكلي للكتلة ، مقاساً وفقاً لأبعاده النظاميّة . تشابه الكتل البنائيّة الخلوية ، الكتل البنائيّة المفرّغة ، إلّا أنّها تتميّز عن الكتل البنائيّة المفرّغة ، بفجوة طرفيّة واحدة محكمة الإغلاق .

اللوحة (5 ـ 1) : توضحُ اللوحة النسب الحجميّة للمواد الداخلة في تركيبة خلطة المونة .

اسمنت/ رمل مع مواد ملدّنة	مواد حصوية/ اسمنت/ رمل	اسمنت /كلس/ رمل	نسب المواد الهيدروليكيّة : الكلس/الرمل	نوعيّة المونة المنتجة*	وصفاً للتغيُّرات الطارئة على خصائص المونة
—	—	1:0-¼:3	—	(i) ↑	تتميّز بمقاومة عالية تتناقص
1:3½ to 4	1:3 to 3½	1:½:3½ to 4½	—	(ii)	عند تعرّضها لحركات ناشئة عن
1:5 to 6	1:4 to 5	1:1:5 to 6	—	(iii)	الإنهيار ، التقلّص ، إلخ ...
1:7 to 8	1:5½ to 6½	1:2:8 to 9	1:2-3	(iv)	
1 to 8	1:6½ to 7	1:3:10 to 12	1:3	(v)	
تتميّز بعد أن تنتهي الفترة اللآزمة للتصلّب ، بمقاومة عالية لأخطار التجمّد .				←	تتغيّر الخصائص من طراز إلى آخر ، وذلك وفقاً لمواصفات ونوعيّة المونة المستخدمة .
تعدُّ من الروابط الجيّدة ، وبالتالي فهي مونة كتيمة ، تمنع تغلغل مياه الأمطار .				→	

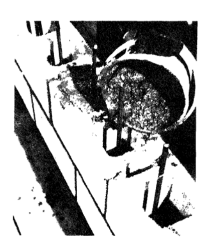
* تستخدم المونة المصنّفة تحت الرمزين (i) و(ii) ، فقط لربط كتل بيتونيّة عالية المقاومة ، تستخدم في إشادة جدران معرّضة لحمولة عالية . تستخدم عادة المونة المصنّفة تحت الرمز (iii) ، لربط الجدران الخارجيّة ، المعرّضة لظروف تعريض قاسية : كالجدران الإستناديّة ، المشادة تحت منسوب الأرض الطبيعيّة ، حواجز الشرفات ، والجدران المشادة بشكل منفصل ، أو لربط جدران غير معرّضة لظروف تعريض قاسية ، إلّا أنّها ، وبوقت مبكّر ، لأخطار التجمّد . تستخدم المونة المدرجة تحت التصنيف المرموز له بالرمز (iv) ، لربط جدران غير معرّضة لظروف تعريض قاسية ، وكذلك البعيدة عن أخطار التجمّد المبكّر . تستخدم المونة المدرجة تحت التصنيف المرموز له بالرمز (V) ، لربط الجدران والفواصل الداخليّة ، شريطة أن تكون تلك الجدران ، بعيدة عن أخطار التجمّد المبكّر .

1.11-: يمكننا إنتاج كتل بنائيّة خاصّة ، ذات أطوال نصفيّة ، وببقع مفرّغة أو بدونها . كما يمكن إنتاج كتل بنائيّة ، على شكل جسر متـرابط الأوصال ، وذلك بإنتاج كتل ذات فجوات ، تمتد من طرف إلى طرف ، تخترقها قضبان تسليح ، تعمل على جمع وربط عدد من الكتل البنائيّة ، بعضها ببعض ، لتشكيل جسر أو عتبة . تُملأ



الشكل (4 ـ 1) : يوضحُ الشكل كتل بيتونيّة جمعّت لتشكيل جسر رابط ، يراد تركيبه فوق فتحة إحدىٰ نوافذ المبنىٰ . ربطت القطع المشكّلة للجسر بقضيبين من الحديد المطاوع ، قطر إحداهما (12m.m) . غمرت الفجوة الواقعة ما بين القطع المتقابلة المشكّلة لسطحي الجسر الجانبيين ، بالبيتون المصبوب في الموقع .

الفجوات ببيتون ذي مكوِّنات ناعمة ، يُصَب حالما توضع القضبان في مكانها المناسب ، أنظر الشكلين (٤ ـ ١) و(٥ ـ ١) .



الشكل (5 ـ 1) : حوت فجوات الكتل البيتونيّة المشكّلة للجدار ، علىٰ قضبان تسليح تمتد شاقوليّاً ، وذلك لربط القطع بعضها ببعض . تملأ الفجوات ببيتون يصب علىٰ أرض الموقع .

● المونة «الملاط» :

-2.01: تربط المونة ما بين العناصر البنائيّة ، فتتوثق عراها ، ليصبح المبنى ككل ، مبناً مترابطاً ، ثابت البنيان . تتوقّف جديّة إسهامات المونة ، على معرفة مدى قدرتها على رفع متانة وترابط عناصر المبنى ، على مدى صلابة العنصر وقدرته على مقاومة الحمولات من جهة ، وعلى اختيارنا الصحيح لحبيبات المونة ، بما يتلاءم مع نوعيّة العنصر البنائي من جهة أخرى . يعدُّ اختيارنا لنوعيّة حبيبات المونة اختياراً موفّقاً ، إن أثبتت التجربة ، أنّ المونة المنتقاة ، قادرة على تزويد الجدار بمقاومة ، يستطيع بها تحمُّل قيم الإجهادات الأساسية المعرّض لها . عندما يوجب التصميم ، ترك المونة مكشوفة ، وبالتالي معرّضة للتأثيرات الخارجيّة ؛ فلابدّ عندها من اختيار نوعيّة من المونة ، تمتاز بقدرتها العالية على تحمُّل تقلُّبات الطقس ، وعلى تحمُّل تأثيرات الرياح ومياه الأمطار ، أنظر البندين (4.02،4.01) .

-2.02: تتألّف الملاطات المتاحة في أيامنا هذه من إسمنت ، كلس ورمل ؛ ومن بحص ، اسمنت ورمل ؛ أو من اسمنت ورمل مخلوط بمادّة تزيد من لدونة الخلطة . تمزج المواد هذه ، وفق النسب الموضّحة في اللوحة (٤ ـ ١) .

-2.03: تستخدم في خلطة المونة ، أنواع عدّة من الإسمنت تشمل :

١ ـ الإسمنت البورتلاندي (العادي وسريع التصلُّب) .
٢ ـ الإسمنت البورتلاندي المتولِّد عن الفرن العالي .
٣ ـ الإسمنت عالي الألومينا .
٤ ـ الإسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات .

لاتحو أنظمة البناء البريطانية إلى الآن ، معايير يركن لها في تشكيل خلطات اسمنت البناء، لذا كان الأسلوب المعتمد على الضبط الجيد للنسب الداخلة في الخلطة ، ومن ثم إخضاع الخلطات الى التجارب المخبرية، وإلى تجارب كسر مكعبات البلوك ، هو الأسلوب المتبع للوصول، إلى خلطة إسمنت البناء المناسبة.

-2.04: يستخدم في خلطة الملاط الإسمنتي ـ الكلسي، نوعان من الجير، الأول لايتأثر بالمياه ، ويتكون عادة من الكالسيوم، والثاني يتأثر قليلا بالمياه ، ويتألف عادة من عنصري الكالسيوم والمغنزيوم.

يساعد الجير في زيادة طواعية الملاط المستخدم ، كما يساهم في تحقيق تماسك أفضل مابين المونة وكتل البلوك ، لما يتميز به من قدرة عالية على احتباس المياه ، وبذا يضع حدّاً لقدرة البلوك على امتصاص المياه الداخلية في تركيبة المونة الإسمنتيّة.

أنّ الجير مادّة منخفضة المقاومة ، لاثبات لها ، لذا لا تستخدم المونة المؤلّفة من الجيرو والرمل في أعمال البناء ، لعجزها عن تحقيق الترابط المطلوب ، بينما يستخدم مخلوطاً مع الإسمنت والرمل ، لتكوين الملاط الإسمنتي - الكلسي ، المستخدم في كافة أعمال البناء.

-2.05: نتمكن من تحديد مواصفات وخصائص الملاط اللدن ، خصوصاً ذاك ذي الهواء المُحتَبَس ، من خلال مراجعة النشرات التي تصدرها المصانع المتخصِّصة ، بإنتاج المواد اللّدائنيّة المضافة. يستخدم الملاط اللّدائني ، لتحقيق أغراض بعينها . هذا ، ولقد انتشر في السنوات الأخيرة ، إضافة المواد اللّدائنيّة ، إلى خلطة المونة ، لتصبح عملاً روتينيّاً ، نتجنّب به استخدام الجير ، ضمن خلطة المونة ، متوصّلين بذلك إلى تخفيضين كبيرين ، يصيبا كلٍّ من الكلفة والجهد العضلي المبذول من قبل عمّال التنفيذ . تتبدّى فعّاليّة المواد اللّدائنيّة المضافة ، إمّا لكونها تساعد على احتباس كميّة إضافيّة من الهواء ضمن خلطة المونة ، أو لكونها تساعد في زيادة نسب المواد ، ذات الحبيبات الناعمة.

للهواء المُحتَبَس ضمن الخلطة ، تأثيرين رئيسيين، الأول ويتجلّى بقدرة الهواء المُحتَبَس، على تحسين لدونة وطواعيّة الملاط الحاوي له ، عن طريق تخفيض محتوى رطوبة الخلطة ، إلى أن تصل إلى حوالي (50%) . إن ذلك كما تثبت التجربة، يساعد على تحقيق انخفاضاً تلقائياً لنسب التقلُّص الناشيء عن جفاف الخلطة، ويعمل على تحسين ترابط الكتل البنائيّة المكوِّنة للمنشأة. تتكاثف حول المواد الملدِّنة المضافة إلى خلطة الملاط الإسمنتي، عدداً هائلاً من الجزيئات المجهرية بالغة الدقة، وعدداً آخر من فقاعات الهواء المتفككة ، مشكلة بذلك ركاماً من الجزيئات المنزلقة ، تتحرك دون إحتكاك، فيما يشبه تَحَمّل كريّات ، تتألف كريّاته الزالقة ، من فقاعات الهواء المتناثرة ، ضمن أرجاء الخلطة . إنّ مايحدث هنا ، يسهِّل حركة تناول الطينة من على المالج ، ويمنع من التصاقها عليه ، مما يرفع من معدلات حسن وسرعة الأداء.

يتجلّى التأثير الثاني للهواء المُحتَبس ضمن الخلطة ، في جعل المونة الحاوية له ، صالحة لتنضيد وربط قطع البلوك ، في طقس شديد البرودة. إذ عندما يتجمّد الماء داخل الخلطة ، فتتمدد جزيئاته ، تقوم المادّة اللّدنة المضافة إلى الخلطة ، بتحويل جهة التمدُّد ، باتّجاه فقاعات الهواء ، فتمتصُّه بتراصِّها إلى بعضها البعض ، عوضاً عن إتّجاهها نحو الخارج ، على شكل قوى تعمل على تفكيك وإتلاف بنية الملاط الإسمنتي . عند ذوبان المياه المتجمِّدة ، تعود المياه لأداء مهمّتها الأساسيّة ، ألا وهي إماهة اسمنت الخلطة . يساعد الهواء المُحْتَبَس أيضاً ، على رفع مقاومة الملاط المقسّى ، المقاوم لعوامل التجمد.

هذا ، وبفضل فقاعات الهواء المتفكِّكة ، يصبح بمقدور الملاط الإسمنتي ، مقاومة مياه المطر، ومنعه من الولوج إلى داخل بنية الخلطة ، نتيجة لاقتحام فقاعات الهواء، للقنوات الشعرية ، ووقوفها حاجزاً دون تسلُّل مياه الأمطار. يمكن أن تزيد فقاعات الهواء أيضاً، من قدرة الجدار ككل، على العزل الحراري، إذ بهذه الفقاعات، يمكننا تقليص الضياعات الحرارية ، التي تتم عبر الوصلات.

-2.06: ينبغي أن يتألّف التركيب الحبي ، لخلطة الملاط الإسمنتي ، من المواد الأساسيّة ، ذات الأبعاد الدقيقة، الخالية من المركّبات الضـارّة، والمطابقـة للمواصفات المعلن عنها في أنظمة البناء.

-2.07: يختار من الرمل الطبيعي ، النوعيّة المطابقة للمواصفات المعلن عنها في أنظمة البناء ، ولنلاحظ بأنّ ازدياد حجم الرمل ، عن النسبة المقرّرة لها ، قد يساعد على تخفيض أبعاد التقلُّصات الناشئة عن جفاف الملاط الإسمنتي، إلا أنه يفضي إلى مونة خشنة الملمس ، يصعب عملياً التعامل معها ، والتكيُّف بها .

-2.08: ينبغي أن تكون المحتويات الأخرى لخلطة المونة الإسمنتيّة متينة، وذات قدرة كافية على التحمُّل. إضافة إلى وجوب خلوِّها من الأملاح القابلة للذوبان.

-2.09: ينبغي استخدام ماء ذي نوعيّة جيدِّة، مطابق في مواصفاته ، لما هو مشروط في أنظمة البناء.

-2.10: ينبغي أن تتطابق مواصفات الملوِّنات المضافة إلى المونة الإسمنتيّة ، مع الشروط المنصوص عنها في أنظمة البناء .

* طريقة تحضير المونة الجاهزة :

- المونة الجاهزة الواصلة طازجة إلى الموقع :

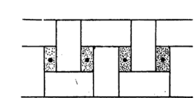
-2.11: تتألف المونة الجاهزة من مجموعة من المواد ، تتطابق مواصفاتها مع ما أشرنا إليه في البنود السابقة. أما نسب تركيبها الحجمي، فيحدده المشتري وفقاً لمتطلبات ماالديه من أعمال. لايضاف الإسمنت بتاتاً إلى الخلطة ، إلا أثناء وضع المونة موضع الإستخدام.

- المونة الجاهزة المعبأة بأكياس :

-2.12: ينبغي أن تكون المواد الداخلة في تركيبة الخلطة ، مطابقة للشروط المنوه عنها سابقاً . تدون بشكل واضح ، نسب المواد الداخلة في تركيبة الخلطة ، وذلك على ورقة تلصق على سطح كيس التعبئة. تحفظ المواد جافّة ، ضمن كيس التعبئة ، ولايضاف اليها الماء ، إلا قبيل الإستخدام الفعلي.

● التسليح :

-3.01: يمكن أن يستخدم حديد التسليح ، لربط القطع البنائية بعضها ببعض ، لتأكيد وضمان استقرار وثبات المنشأة ، أو لنقل قيم أجهادات الشد، الى الجسور الحجريّة ، والجدران الإستنادية. يمكن إقحام قضبان تسليح ذات شكل خاص ومحدّد ، في جوف القطع البنائية ، أو في قلب الجدران الهيكلية المشادة من البلوك. من أشكال قضبان التسليح ، الصالحة لهذه الأغراض ، ما نراه موضّحاً في الشكل (٦ - ١) .



الشكل (٦ ـ ١) : يظهر الشكل الرابط المسمّى (Quetta)

* الوصلة المسلّحة:

-3.02: تتّخذ الوصلة المسلّحة، شكل شبكة معدنيّة منبسطة، شكل شريحة معدنيّة تمتد حلقيّاً، أو تكون على شكل شريحة وصل مغلقة ذاتِ شكل متميِّز. يحمى حديد التسليح، بتغطيته بطبقة كافية من المونة.

* الروابط وعناصر الوصل:

-3.03: تحدِّد أنظمة البناء، مواصفات الروابط الجداريّة. يتم اختيار إحدى نماذج الربط الموضّحة في الشكل (٧ ـ ١)، اعتماداً على معرفتنا المسبقة لمدى انكشاف الجدار، وبالتالي معرفتنا لمدى تأثير التغيُّرات المناخيّة عليه، على معرفتنا لإرتفاع المبنى، على معرفتنا لنوعيّة مايمكن أن يستخدم من مواد في تصنيع العناصر الحاملة، وأخيراً على معرفتنا المسبقة بالجملة الإنشائية.

-3.04: إنّ معظم النظريّات الحديثة، لم تعد تقبل من الروابط الجداريّة، سوى المغلفنة منها، وذلك لربط القطع المكوّنة لجدران لاتزيد ارتفاعاتها عن ثلاثة طوابق.



الشكل (7 ـ 1 ـ آ): يظهر الشكل رابط معدني على شكل فراشة.



الشكل (7 ـ 1 ـ ب): يظهر الشكل رابط معدني على شكل فراشة ذات حجم صغير.



الشكل (7 ـ 1 ـ حـ): يظهر الشكل رابط بطرفين مثلثي الشكل.



الشكل (7 ـ 1 ـ د): يظهر الشكل رابط بطرفين مثلثي الشكل ذي حجم صغير.

e

الشكل (7 ـ 1 ـ هـ): يظهر الشكل رابط معدني ذي شطلات.



الشكل (7 ـ 1 ـ و): يظهر الشكل رابط معدني ذي شطلات بحجم أصغر.



الشكل (7 ـ 1 ـ ز): يظهر الشكل رابط بلاستيكي متعدِّد البروبيلين.

أما مازاد منها عن ذلك ، فلم يعد يقبل لربطها ، سوى الروابط المصنّعة من فولاذ لايصدأ «ستانلس ستيل» . تستخدم الروابط المعدنيّة المجدولة ، إن كان سطح الجدار محمّل ، أو كانت قيم مقاومة الجدار قريبة من قيم المرونة ، فإن كانت القيمتين متباينتين، فمن المفضّل عندها إستخدام الروابط ذات الأشكال المشابهة لشكل الفراشة ، لما تتميزّ به تلك الطرز من خصائص، خصوصاً قدرتها على الإنثناء والتشكّل ، وفقاً لإتجاه التشوُّهات الحاصلة ، وبذا نتجنّب تمزق سطح الجدار الخارجي ، وانفصال عناصر الإكساء عن بعضها البعض.

3.05-: يوجد تجارياً العديد من الروابط ذات الأشكال المتميزّة ، والمصنعّة من شرائح حديديّة مغلفنة ، أو من فولاذ لايصدأ . تستخدم هذه الروابط لتثبيت الجدران الحجرية ، إلى قطع المبنى الخشبّية ، إلى الأرضيّات البيتونيّة ، أو إلى الأسقف الخشبيّة . كما تستخدم تلك الروابط ، لتثبيت أسقف خشبيّة ، تتواجد مقابل إتّجاه هبوب الرياح .

● التحمليّة :

* تحمليّة المونة :

4.01-: تتحدّد تحمليّة المنشآت والعناصر البنائية ، اعتماداً على تحمليّة عناصرها المكوّنة ، والمؤلّفة عادة من : المونة ، الحجر ، البلوك ، والكتل الإسمنتيّة والحجريّة .

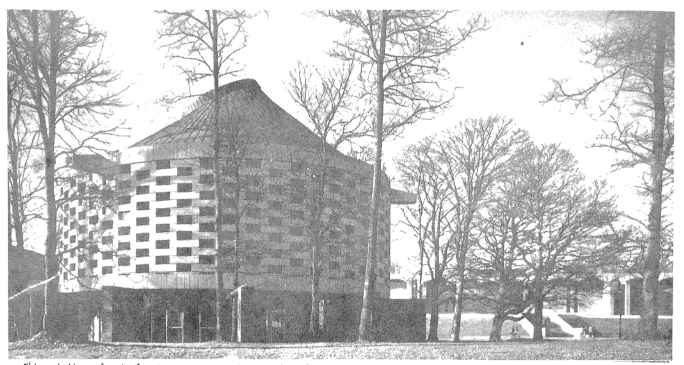
تعدُّ طبقة المونة القادرة على منع وصول الرطوبة ، من خلال مساماتها ، إلى داخل المبنى، طبقة كافية لحماية المبنى ، ورفع درجة تحمليّته ، وبالتالي رفع درجة مقاومته للأخطار . يمكن أن تزوّد مادّة المونة ، بمواد ترفع من درجة مقاومتها لعوامل التجمُّد ، التي يمكن أن تتعرّض لها أثناء التنفيذ ، وحين تشرُّبها للمياه ، من أيٍّ مصدر كان . يسبِّب تجمُّد المياه داخل المونة اللاصقة، عطباً يصيب بنية المونة ، ممّا يؤدي إلى تفتتها . تتعرض المونة للأخطار بمضي الزمن ، خصوصاً إن نضُدت القطع البنائية ، في وضعيّة تجعلها مكشوفة ومعرّضة مباشرة للتغيُرات المناخيّة . على أيٍّ حال ، يعدُّ الملاط الضعيف، الممزوج من مواد نسب

أحجامها إلى بعضها هي : 1:3:12: ، هو أقلُّ الملاطات مقاومة لعوامل التجمُّد ، ويمثِّل بحدٍّ ذاته ، الحدّ الأصغري المسموح باستخدامه في تشكيلة العناصر البنائيّة ، المكشوفة لظروف تعرُّضها لخطر التجمُّد .

تكتسب الملاطات مقاومتها لعوامل التجمُّد ، منذ اللحظات الأولى ، التي تعقب فترة التنفيذ.

-4.02: تعدُّ المونة الإسمنتية ، والملاطات الجبصيّة ذات التجاويف الهوائية ، الممزوجة ببعض المواد الملدِّنة ، من الملاطات ذات المقاومة العالية لعوامل التجمُّد . يضاف كلوريد الكالسيوم بكميّات كافية ، لإصدار كميّة من الحرارة، عند بدء تفاعلات الإماهة ، تقي مياه المونة من أخطار التجمُّد . يضاف كلوريد الكالسيوم بحذر ، إذ أنّ كميات زائدة منه ، قد تؤدي إلى أخطار من نوع آخر. وبشكل عام ، يمكن أن تسبِّب الأملاح ، تضخُّماً في حجم المونة ، يؤثِّر مستقبلاً على الروابط الجداريّة . هذا ، وقد دلّت التجارب ، على أنّ راتنج الفينكول ، هو من أصلح المواد المضافة ، المساعدة على رفع مقاومة المونة لعوامل التجمُّد ، وللحدِّ من أخطارها.

-4.03: يستخدم الإسمنت المقاوم لمركّبات السولفات ، في رفع تحمليّة المونة الإسمنتيّة ، في المواقع الحاوية لمركّبات السولفات ، سواء أكانت المادّة البنائيّة ، هي الغنيّة بمادّة السولفات ، أم كانت التربة مشتملة على مركّبات السولفات ، وكانت المونة المستخدمة ، تقع تحت منسوب الأرض الطبيعيّة.



الشكل (8 ـ 1) : يظهر الشكل مصلىً دائري الشكل ، مشاد في حديقة إحدىٰ الجامعات السويديّة . يتكوّن المبنىٰ من جدار ذي تخاريم ، مشاد من كتل بيتونيّة صلدة ، تحصر بينها فتحات ، مغطاة بزجاج ملوّن .

* تحمليّة البلوك والكتل البنائيّة :

-4.04: يعتمد تحديد مقدار تحمليّة البلوك والكتل البنائيّة ، على معرفة مدى مقاومة تلك العناصر والوحدات لعوامل التجمُّد ، لتغلغل رطوبة الأجواء المحيطة ، وعلى معرفة مدى قدرتها على صدِّ هجوم المواد الكيميائيّة .

-4.05: تتوالى الأخطار الناشئة عن التجمُّد ، بدءاً من الضرر الذي يسبِّبه تمدُّد المياه المتجمِّدة داخل مسامات الوحدة البنائيّة . تأخذ الأضرار الناشئة عن التجمد أبعادها ، عندما تعجز مرونة المادّة البنائيّة ، عن امتصاص الزيادة الحجميّة ، فيحدث الكسر ، المفضي بالتكرار إلى تلف المادّة.

-4.06: يمكن بسهولة تبينُّ مدى الأخطار الناجمة عن تعرُّض الكتل البنائيّة للبلل . هذا ، ويمكننا التخفيف من حجم المشكلة ، باستخدام وتطبيق أيِّ نوع من أنواع الحماية ، كأن تعالج السطوح والوصلات الطباقيّة المكوِّنة للوحدات البنائيّة بمركبات السليكون ، أو إتِّباع إجراءات من شأنها ، التوصل إلى استغلال مونة جيِّدة القوام ، بما يجعلها خير حافظ للوحدات البنائيّة . يمتاز البيتون بقدرته المتأصِّلة على التحمل ، إذ تبلغ مقدرة كتل بيتونيّة على التحمُّل مايساوي ($7M\ N/m^2$) ، وهو مقدار يكفي لمقاومة الظروف المناخيّة المتوقّعة . يعدُّ البلوك الهندسي، واحداً من مواد الحماية الجيدة ، لكون نسبة مايمتصه من الماء ، لايتجاوز (7%) من وزنه . أما بلوك الواجهات ، فيحتاج إلى جهد إضافي ، يبذل في اختيار الأصلح منه ، لكون بلوك الواجهات ، ذي قدرة أعلى على امتصاص المياه ، فنقطة التشبُّع عنده، ترتفع عن ماهي عليه في البلوك الهندسي ، أنظر اللوحة (٢ -١).

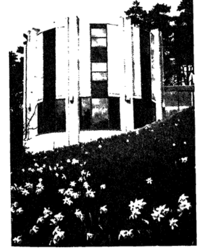
-4.07: يمكننا تجنُّب أخطار الغزو الكيميائي، خصوصاً الأخطار الناشئة عن تواجد الكتل البنائيّة ، في محيط غني بمركبات السولفات ، عن طريق إنتاج بيتون ، دخلت في خلطته أنواع خاصّة من المواد الإسمنتيّة . تصنّع حالياً أيضاً ، أنواع خاصة من البلوك الهندسي ، تلحظ فيه القدرة العالية على مقاومة الحموض المركّزة .

● الحركة :

-5.01: لقد تمّ مناقشة حركة المباني ، وما تسبّبه من أخطار ، في الجزء الخامس من هذه السلسلة . على أيّ حال ، يمكننا القول أنّ أسباب حركة المباني الحجريّة ، تنحصر في ثلاثة أسباب رئيسيّة :

١ ـ الحركة الناشئة عن الحمولة المطبّقة.
٢ ـ الحركة الناشئة عن تغيّرات درجة الحرارة.
٣ ـ الحركة الناشئة عن الرطوبة.

تتشوّه المباني الحجريّة ، كأيٍّ من المواد الإنشائيّة الأخرى ، تحت وطأة الحمولة المعرّضة لها ، وبشكل يتوافق وخواص المرونة المتّصفة بها . كما تتعرّض المباني الحجريّة لاجهادات الزحفان ، كما هو الحال في المنشآت البيتونيّة ، إن هي تعرّضت لحمولات إضافيّة طويلة الأمد. هذا ، وتلعب نسب خلطة المونة المستخدمة، دوراً فعّالاً في كبح جماح إجهادات الزحفان ، فقيم إجهادات الزحفان ، لمبنى ارتبطت وحداته ، بمونة نسب خلطتها تساوي (1:1:6) ، تفوق بمقاديرها بضعة مرّات ، قيم إجهادات الزحفان ، لمبنى مطابق ، ارتبطت وحداته بمونة نسب خلطتها تساوي : (1:¼:3)



الشكل (٩ ـ ١) : يظهر الشكل مبنىً للإتحاد الرياضي ، مخصّص للتشاور وعقد الإجتماعات . يتألّف المبنىٰ من جدران وكتائف تحميل مشادة من كتل بيتونيّة صفراء اللون .

* الحركة الناشئة عن الرطوبة :

- في المباني الآجريّة :

-5.02: بعد تعرُّض الآجر لحرارة الفرن الشديدة ، يبدأ بالتقاط رطوبة الهواء ، إلى أن يصل الآجر إلى حدٍّ ، تتوازن فيه رطوبة الآجر ، مع رطوبة الأجواء والبيئة المحيطة به .

قد يستغرق وصول الآجر إلى حدّ التوازن ، فترة تمتد بضعة سنين . تترافق الزيادة الطارئة على محتويات الآجر من الرطوبة ، بزيادة في الأبعاد تتراوح نسبتها ما بين (0.1% - 0.2%) . ينشأ الخطر ، عندما يبنى الآجر ، لتغطية المجازات الواقعة ما بين عنصرين هيكلَيين حاملين ، مشادين من البيتون ، إذ يسبّب تمدُّد الآجر عندها ، خصوصاً إن كان بنسب عالية نسبيّاً ، الى تحطّم بنية العناصر الهيكلية الحاملة . لذا ينبغي على المنفِّذ ، أخذ الاحتياطات المناسبة ، التي تحول بين التمدُّدات هذه ، وبين الحاق الأذى بالعناصر الهيكلية ، وذلك قبل المباشرة في تنضيد وحدات الآجر الجدارية . لا يمكن عمليّاً تسريع عمليّة التمدُّد ، بغمس الآجر في الماء ، كما لا يمكن بالمقابل تسريع عمليّة انكماشها ، بتجفيفها تماماً في وقت قصير ، إذ أن ظاهرتي تقلُّص وتمدُّد الصلصال ، المتولِّدتان عن تجفاف وتبلُّل القطع الآجريّة ، هي في الواقع عملية بسيطة للغاية ، تحتاج الى وقت طويل نسبياً لكي تستكمل .

- في المباني المشادة من كتل صلدة :

-5.03: تتصرّف الكتل البنائيّة الصلدة ، تصرّف البيتون ، والمشكلة تتجلّى بشكل عام ، في الأخطار الناجمة عن تقلُّصها ، والتي تفوق في مداها ، الأخطار الناجمة عن التمدُّد. يشير تحطُّم وصلات المونة ، نتيجة تقلُّص الكتل الصلدة، الى بدء تبينُ الأخطار، المتعلِّقة بشكل وثيق، بالبنية الهيكليّة للمنشآت الصلدة، والتي تظهر كنتيجة لاستخدام وحدات حجريّة ضخمة. للقضاء على الأخطار الناجمة عن التقلُّص ، لا بدّ من ملاحظة تواجد وصلات لضبط الأبعاد، يبعدَ محور أحداها عن محور الأخرى ، مسافة تتراوح مابين (6-7m) ، مع مراعاة ما لشكل المبنى من أهمية، في تحديد أماكن وابتعادات تلك الوصلات . ينبغي الإبتعاد قدر الإمكان، عن تصميم وتنفيذ روابط صلدة.

5.04-: تصنّف الحركة الناشئة عن تغيُّرات الرطوبة ، ضمن تصنيفين اثنين :

١ ـ الحركات غير العكوسة «الدائمة» : ونعني بها الحركة الناشئة عن إماهة الإسمنت ، وتفاعل اكسيد الكربون المتواجد في الجو ، مع مركّبات الإسمنت المائيّة . يترافق التفاعل الكيميائي ، المتمثّل باندماج الماء مع الإسمنت ، بنقص يصيب حجم عجينة الإسمنت ، ما لم تضاف كميّة زائدة من الماء . تردُّ التقلُّصات الناشئة عن تحوُّل المركّبات ، الى مركّبات كربونيّة ، إلى تفاعل الكلس ومركّبات الإسمنت المائيّة ، مع ثاني أكسيد الكربون ، المتواجد في الجو ، ممّا يؤدي إلى تحرير الماء المرتبط كيميائياً لينطلق أثناء التفاعل ، على شكل بخار ماء . تمارس الجزيئات الصلبة في خلطة البيتون ، قيوداً داخليّة تحدُّ من تقلّص عجينة الإسمنت . لذا كان ارتفاع نسبة الجزيئات الصلبة في الخلطة البيتونيّة ، سبباً في تخفيض نسب التقلُّصات النهائيّة . تلعب أيضاً نوعيّة المواد الداخلة في تكوين التدرُّج الحبي للخلطة ، دوراً في تحديد مقدار التقلُّص الحجمي لعجينة الإسمنت ، إذ تمارس الحبيبات الكثيفة ، قيوداً ذات شأن ، تؤدِّي إلى انخفاض نسب انكماش الخلطة البيتونيّة .

٢ ـ الحركات العكوسة : وهي الحركات الناشئة عن تغيُّرات الرطوبة ، إمّا في الحبيبات الناعمة ، أو في المادة الهلاميّة المتشكِّلة عن إماهة الإسمنت . إنّ التغيُّرات الحجميّة ، الناشئة عن تغيُّرات تصيب نسب رطوبة الحبيبات الناعمة ، هي تغيُّرات طفيفة ، ويمكن لنا تجاهلها ، مالم تحو تلك الحبيبات ، على كميّات وافرة من الغرين ، الصلصال ، أو من مواد أخرى دقيقة الأبعاد. لذا يعتمد تحديد مقدار الحركة العكوسة ، الناشئة عن تغيُّرات الرطوبة ، على معرفة نسبة المادّة الهلاميّة في الكتلة البيتونيّة ، على مساميّة تلك الكتلة ، وعلى معرفة الرطوبة النسبيّة للأجواء المحيطة بتلك الكتلة . تحدِّد درجة مساميّة الكتل البيتونيّة ، استجابة الكتل البيتونيّة، لأيِّ تغيُّر في الرطوبة المحيطة ، لذا كانت النسج المفتوحة ، ذات المسامات المتعدِّدة ، من أكثر النسج استجابة ، للتغيُّرات حتى الطفيفة منها ، التي تطرأ على معدّلات الرطوبة النسبيّة للأجواء المحيطة بها . إنّ توجُّه المصمِّمون، باتّجاه

التجفيف المسبق للكتل البيتونيّة ، ساهم في تخفيف سرعة إعادة تمدُّد تلك الكتل ، حين تعرّضها لظروف مناخيّة قاسية ، وبالتالي فإنّ الكتل البيتونيّة مسبقة التجفيف ، والتي تصل نسب محتوياتها من الرطوبة إلى نسب منخفضة قليلاً، والمحميّة بعدئذ بوسائل تجعلها بعيدة عن متناول المياه ، كمياه المطر مثلاً ، هي الأقلُّ تعرضاً لأيِّ تمدُّد ذي أهميّة، ناشىء عن تعرض الكتلة لمعدّلات رطوبة نسبيّة عالية ، تستمر لفترة قصيرة نسبيًا .

ـ الحركات الناشئة عن تغيُّرات درجة الحرارة :

-5.05: يصل مُعَامِل التمدُّد في الجدران البنائيّة بشكل عام ، إلى حوالي (5.6×10^{-6})لكل درجة مئوية واحدة . توضع عادة فواصل التمدُّد في جدران الواجهة الجنوبيّة ، بحيث يبعد محور إحداها عن محور الفاصل الآخر، مسافة (12m) . بينما توضع فواصل تمدُّد السطوح الداخلية ، العائدة للجدران الخارجيّة ، وكذلك فواصل تمدُّد سطوح الجدران الداخليّة ، بحيث تحصر بينها مسافات بينيّة ، تصل إلى حوالي (80m) . ينبغي أن لاتزيد المسافات البينيّة ، الواقعة مابين محاور فواصل تمدُّد الجدران الخارجيّة ، المشادة من البلوك المفرّغ عن (12m) ، سواء أشيد على واجهة جنوبيّة أم لم يشد، وذلك إن ارتبط الجدار الخارجي ، ببروز جداري يمتد إلى داخل المبنى.

● الروابط وجماليّة الصنعة :

* روابط المنشآت الحجرية :

-6.01: تستخدم الأحجار على شكل كتل مصطفّة على هيئة مداميك ، إن كان المراد إنشاء منشآت ضخمة ، كجدران المرافىء أو **السدود. تظهر** الجدران خارجيًا ، على شكل جدران مترابطة الأحجار، مشابهة في شكل روابطها ، لشكل روابط جدران الحدائق البريطانيّة . أما داخلياً ، فتظهر على شكل جدران مترابطة ، مرتّبة بشكل عشوائي .

ـ -6.02: تستخدم أحجار الدبش ، المشادة على شكل مداميك ، لإنشاء جدران أقلُّ ضخامة . تتصّف مداميك أحجار الدبش ، بتساوي ارتفاعاتها ، وبأن روابطها من الداخل ، تنتظم بشكل عشوائي .

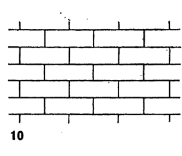
6.03-: تستخدم الأحجار النحيتة ، لإشادة المنشآت الفخمة ، إذ بها نتوصّل إلى مداميك مستقيمة الخطوط. يشاد من الحجر النحيت ، الأفاريز المائلة ، حواجز الشرفات والمصاطب، الأقواس وجدران وأرضيّات أرصفة التحميل . تستخدم في البناء، أحجار ضخمة منحوتة بدقة. عند تركيب أحجار البناء ، يترك فراغاً بين حجر وآخر، تتراوح مسافته مابين (4m.m-6m.m) . تتساوى مجمل ارتفاعات مداميك الأحجار النحيتة ، المكوّنة للجدار ، ويزيد أحياناً عمق الجدار الحجري ، المشاد من الحجر النحيت عن (30m.m) .

* روابط المنشآت الآجرية :

6.04-: تندرج الروابط الجدارية المشادة من البلوك ، ضمن ثلاثة أنواع :

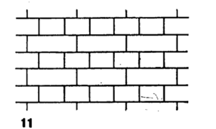
١ ـ الروابط المكوّنة من توزُّع الأحجار بشكل مُجَانِب ، حيث تظهر قطعة البلوك بطولها ، على واجهة الجدار ، أنظر الشكل (١٠ ـ ١).

٢ ـ الرابط البريطاني : وفيه تظهر قطع البلوك على واجهة الجدار ، مرّة بطولها ومرّة بعرضها ، أنظر الشكل (١١ ـ١) .





الشكل (10 ـ 1) : يظهر الشكل رابط الطوبة المُجانِبَة .



الشكل (11 ـ 1) : يظهر الشكل الرابط البريطاني .

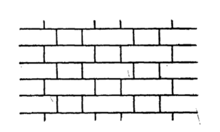
٣ ـ الرابط الفلمنكي : وفيه تظهر قطع البلوك ضمن المدماك الواحد بشكل متناوب، مرّة بطولها وأخرى بعرضها، أنظر الشكل(١٢ ـ١).

*** روابط منشآت الوحدات الكتليّة :**

6.05-: تندرج روابط منشآت الوحدات الكتليّة ، ضمن تصنيف واحد ، حيث تظهر فيه الوحدة الكتليّة بطولها على واجهة الجدار.

*** إبراز الصنعة :**

6.06-: تخصّص للمنشآت الحجرية ، عوامل أمان كبيرة ، تتراوح مابين (4-3) ، وذلك وفقاً لنتائج التجارب المخبريّة المجراة على عيّنات تؤخذ من مواد الإنشاء. يعتمد تحديد مقدار عامل الأمان لمنشأة حجرية متوسّطة الضخامة ، على معرفة مدى جودة التنفيذ ، وعلى معرفة مدى جديّة وخبرة المسؤولين عن أعمال الإشراف، تؤثّر مؤهّلات وبراعة القائمين على التنفيذ ، وخبراتهم الشخصيّة، على جودة مايشيدونه من جدران وأبنية حجريّة ، بحيث يفوق هذا التأثير في مداه ، مايمكن أن تؤثّر فيه ذات الإعتبارات ، على منشآت أخرى . يعدُّ الاشراف على الأبنية الحجريّة ، من المهام الشاقّة ، لكثرة ماتحويه الأبنية الحجريّة من تفاصيل إنشائيّة ، يتعيّن على المشرف متابعة تنفيذها ، واحدة بإثر أخرى ، إن أراد الوصول إلى منشأة ذات أداء جيّد .



الشكل (12 ـ 1) : يظهر الشكل الرابط الفنلندي .

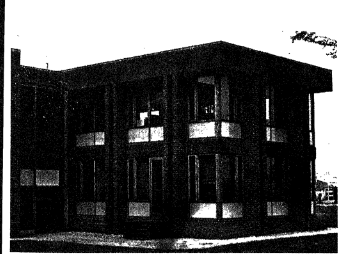
● التصور العام للشكل :

-7.01: إنّ المواد البنائيّة ، والعناصر المكوِّنة لها ، هي مواد هشّة ، ذات كفاءة عالية تجاه قوى الضغط، ضعيفة تجاه قوى الشد. تقتصر استخدامات المواد البنائيّة ، الخالية من عناصر التسليح ، على أشكال محدّدة ، تنتفي فيها إمكانيّة ظهور قوى الشد. هذا يعني أن ما توظّف له المواد البنائيّة حصراً ، هو إشادة عناصر ، تمرُّ فيها محصِّلة القوى الفاعلة ، ضمن الثلث الأوسط من مقطع العنصر، من دون أن تؤدي إلى تهشُّم المادة ، أو تسبِّب اختلالاً في توازنها . تتكوّن المادة البنائيّة المسلّحة ، من عناصر مشابهة في سلوكيّاتها الإنشائيّة، للعناصر المكوِّنة للبيتون المسلح ، إلا أنها تظلُّ أقلَّ فعاليّة منها . لذا فإن الإتّجاهات الحديثة في التصميم، تنزع نحو استخدام المواد البنائيّة المسلّحة، لما يستخدم له البيتون المسلّح.

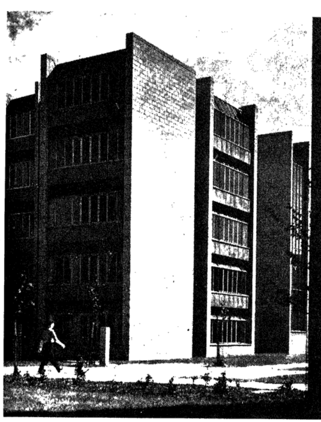
-7.02: لكلِّ الأسباب السابقة ، تستخدم المواد البنائيّة حصراً ، لإنشاء الأعمدة ، الجدران ، والسطوح المنحنية كالأقواس مثلاً . هذا ، وعلى الرغم من أنّ مجالات تطبيق المواد البنائيّة، هي واحدة من المجالات الهامّة، لكوننا نشيد منها منشآت ضخمة ، كانت في الماضي عنواناً للفخامة والأبهة ، إلاّ أنّ منشآت ذات سطوح منحنية ، تشاد من مواد بنائيّة، لم تعد لها مكاناً الآن ، ضمن المنشآت الحديثة، لارتفاع تكاليف إنشائها من جهة ، ولغلاء ثمن موادها من جهة أخرى. هذا ، وينبغي أن لاننسى إيجابيات المنشآت البنائيّة، فهي منشآت توفِّر لنا ساتراً شاقولياً ، يقي مستثمريه من أضرار الرياح والأمطار ، كما تعدُّ واحدة من المنشآت ذات المقاومة العالية لانتشار الحرائق ، والمعزولة صوتياً بآن واحد .

-7.03: يقوم المهندسون اليوم ، نظراً لما تختصُّ به المنشآت والعناصر المشادة من مواد بنائيّة ، من إيجابيّات ، بتصميم وتنفيذ عناصر محدّدة ، مشادة من مواد بنائيّة ، تعدُّ جزءاً من تشكيلة مبنى ، يراد لعناصره أن تبقى سليمة ، طوال فترة استثمار المبنى النظريّة ، وبذا تمّ التوصُّل إلى عناصر ذات عمر استثماري أطول . تهدف هذه الإجراءات ، إلى تخفيض كلفة الإنشاء ، بإطالة عمر استثمار عنصر أساسي في المبنى ، وتقليص كلفة صيانته .

-7.04: إن تكوّنت المنشأة من طوابق متعدّدة ، فلا بدّ من تتبُع الأسس التصميمية المعياريّة ، المتمثّلة بإنشاء جدران حاملة ، تقع عند منسوب كل طابق على حدى .



الشكل (25 ـ 1) : يظهر الشكل منشأة مشادة من مواد بنائيّة ، ركائزها من الآجر وبلاطتها من البيتون المسلّح .



الشكل (24 ـ 1) : يظهر الشكل منشأة حجريّة مؤلّفة من خمسة طوابق .

* الاستقرار الإنشائي :

-7.05: سنناقش في هذه الفقرة ، القوى الجانبيّة المؤثّرة على المنشآت الحجريّة ، المتمثّلة بقوى الرياح (وهي قوى نفترض بأنها أقلّ من أن تؤدّي إلى انهيار المبنى ، بل تسبّب خلخلة تمتصُّ أضرارها مرونة المبنى) . لقد جرى في الأجزاء السابقة ، مناقشة ميكانيكيّة إخفاق المباني تجاه حمولات الرياح ، ولقد تبيّن لنا من خلالها ، حاجة أيِّ عنصر معرّض لقوى ضغط ، حتى وإن كان قادراً على مقاومة قوى السحق المباشرة ، إلى أن يكون طوله الفعّال ، منسوباً إلى نصف قطر الحركة التدويميّة من الكفاية ، بحيث يستطيع به مقاومة عوامل التحنيب. يمكننا في المقاطع مستطيلة الشكل ، التعبير عن هذه النسبة ، بالإرتفاع الفعّال المنسوب إلى العرض الأدنى للعنصر. من الواضح أنّ أيّ نقصان في الإرتفاع الفعّال، أو زيادة في عرض المقطع ، ستؤدّي حتماً إلى زيادة في ثبات العنصر. كما من الواضح أيضاً ، أنّ أيَّ زيادة تصيب عرض المقطع ، ستعمل ليس فقط على رفع درجة مقاومة العنصر للتشوّهات ، بل ستعمل أيضاً ، وبفضل ماتساهم به من زيادة في مساحة المقطع ، على تقليص الإجهادات الحرجة .

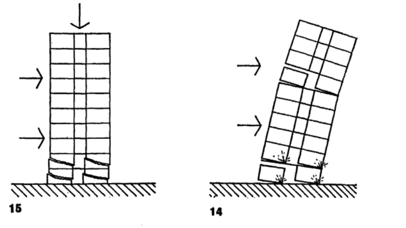
-7.06 : إنّ الإتّجاه نحو تصميم سطح استناد ذي طول كاف ، يعدُّ أكثر ملاءمة من التوجّه نحو تصميم ارتفاع فعّال ، إذ تعمل الجدران الجانبيّة ، عمل الأكتاف الحاملة ، ممّا يزيد من ثبات الجدران الرئيسيّة ، الناشيء عن إمكانيّة تخفيض الطول الفعّال . ذلك يعني أنّ العناصر الشاقولية في المنشأة ، يمكن لها أن تساهم في إنجاز الحلول الإنشائيّة .

-7.07 : تعامل الجدران التي تقل أطوالها عن أربعة أضعاف عرضها ، معاملة الأعمدة ، إذ تتضرّر من قوى التحنيب، كما تتضرّر الأعمدة ، وذلك إمّا لزيادة تصيب ارتفاعها الفعّال ، أو نتيجة لنقصان يصيب إجهادات التشغيل ، نتيجة انخفاض المساحة المقطعيّة الفعّالة . ذلك يعني أنّه ينبغي علينا الحرص عند تحقيق العلاقة ما بين المساحات الصمّاء ، ومساحة الفتحات الممثّلة بالأبواب والنوافذ ، لكي لا تتحوّل الجدران إلى أعمدة ، فتحيجنا بذلك ، إلى اختيار عروض لها أكثر ضخامة ، تتناسب وامتداد الجدار وما به من فتحات .

7.08- : يظهر عجز المنشأة الحجريّة عن أداء وظائفها ، على شكل أنماط متعدِّدة ، نذكر منها :

1 ـ العجز الناشىء عن تطبيق قوى ضغط شاقوليّة ، تفوق مقاديرها ، ما يمكن للمنشأة تحمُّله ، أنظر الشكل (13 ـ 1)

2 ـ العجز الناشىء عن قوى الرياح الجانبيّة ، وقوى الرياح وقوى الضغط الشاقوليّة ، المطبّقتين معاً ، أنظر الشكلين (14 ـ 1) و(15 ـ 1) .

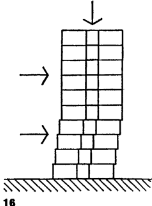


الشكل (13 ـ 1) : يظهر الشكل ، شكل العجز الذي يصيب منشأة بنائيّة ، إن هي تعرّضت لقوىٰ ضغط شاقوليّة ، تفوق قدرتها علىٰ التحمُّل .

الشكل (14 ـ 1) : يظهر الشكل ، شكل العجز الذي يصيب منشأة حجريّة ، إن هي تعرّضت لقوىٰ الرياح وللحمولات الشاقوليّة في وقت واحد .

الشكل (15 ـ 1) : يظهر الشكل ، شكلاً آخر من أشكال العجز ، الذي يمكن أن يصيب منشأة حجرّية ، معرّضة أيضاً لقوىٰ الرياح وللحمولات الشاقوليّة في وقت واحد .

3 ـ العجز الناشيء عن تولُّد قوى شد مباشرة ، مردُّها قوى الرياح الجانبيّة ، وقوى الضغط الشاقوليّة ، انظر الشكل (16 ـ 1) . يلاحظ العجز في الطوابق الدنيا من المبنى ، حيث ينزلق أحد الطوابق ، على الطابق الذي يليه من الأسفل .

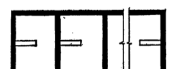


16

الشكل (16 ـ 1) : يظهر الشكل ، شكل العجز الذي يصيب منشأة حجريّة ، معرّضة لحمولة شاقوليّة وأخرىٰ أفقيّة ، متمثّلاً بانزلاق أفقي يصيب المستويات الدنيا .

* الأبنية السكنيّة التراسيّة والأبنية متعدِّدة الطوابق :

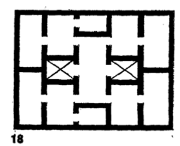
7.09- : تتكوّن الجملة الإنشائيّة للمنزل التراسي ذي الطابقين ، الموضّح نموذجاً له في الشكل (17 ـ 1) ؛ من جدران مستعرضة . يؤمِّن الجداران الطوليان ، دعماً جانبيّاً ، بامتدادهما على طول الواجهتين الخلفيّة والأماميّة . تشكِّل الجدران المستعرضة حوامل رئيسيّة ، حيث تعيّن لها مواضع مختارة ، تقع على طول التّراس . تبنى الأبنية السكنيّة متعدِّدة الطوابق ، وفق أسلوب التوزُّع الخلوي للفراغات ، وبذا يمكننا إشادة مبنى يصل ارتفاعه إلى حوالي (18) طابقاً ؛ على جدران لا تزيد سماكة إحداها عن (230m.m) . هذا ، وتثبت الحسابات والتجربة



17

الشكل (17 ـ 1) : يظهر الشكل منشأة تّراسيّة منخفضة الإرتفاع . تضمن الجدران الأماميّة والخلفيّة وكذلك التتوءات المستدقّة ؛ استقرار المنشأة في الإتّجاه الطولي .

العمليّة ، أنّه بالإمكان إنشاء أبنية ضيِّقة ، بارتفاعات عالية ، شريطة تصميم جدرانها ، بما يجعلها أهلاً للتصرُّف ، تصرُّف أكتاف التحميل ، بحيث تصبح بمقدورها ، تحمُّل نصيبها من حمولة الرياح ؛ وأن يحوي المسقط على مجموعة من الجدران المستعرضة ، على بيوت للأدراج ، وآبار للمصاعد ، لتأمين استقرار المبنى في الإتِّجاه الطولي .



الشكل (18 ـ 1) : يظهر الشكل منشأة خلويّة عالية الإرتفاع ، يصل ارتفاعها إلى ارتفاع ثمانية عشرة طابقاً ، تحملها جدران خارجيّة تصل سماكتها إلى حوالي (230m.m) .

* تشريعات المباني :

-7.10 : تعدُّ أساليب تصميم المنشآت الحجريّة ، واحدة من النظم التصميميّة المعقّدة ، خصوصاً إن اشتملت تلك النظم ، على تعليمات الغاية منها ، تعزيز مقاومة المبنى ، ورفع كفاءة أدائه اتِّجاه حمولات وظروف طارئة .

تمتاز المنشأة الخلوية ، والتي جرى التنويه عنها في الفقرة السابقة ، بقلّة تعقيداتها ، إذ من السهولة على بلاطاتها ، أن تمتد في كلا الإتِّجاهين ، ممّا يعطي للمصمِّم ، مزيداً من الخيارات ، تمكّنه من تحديد أسلوب للتحميل ، يتلاءم وظروف المبنى . يصار إلى التمسُّك بالتعليمات المضافة ، الخاصّة بجعل المبنى أكثر ملاءمة لظروف تحميليّة طارئة ، إن زاد ارتفاع المبنى ، عن أربعة طوابق . يعامل المبنى ذي الطوابق الأربع ، المحمول على أعمدة ، والمخصّص طابقه الأرضي لمواقف السيارات ؛ معاملة المباني ذات الطوابق الخمس . نادراً ما يتوافق مخطّط الطابق الأرضي ، المخصّص لمواقف السيارات ، مع مخطّط الطوابق المتكرِّرة المخصّصة للسكنى ، ممّا يجعل الطابق المضاف أكثر كلفة . يعدُّ الحل الأكثر اقتصادية ، هو الحل

المعتمد على إشادة مبنى جدرانه من الحجر ، وأرضيّاته من البيتون أو الخشب . من الصعب ضمن الظروف الموضوعيّة الحاليّة ، إشادة مباني حجريّة ، تزيد ارتفاعاتها عن أربعة طوابق . تستحق المباني الصناعيّة ، المشادة من كتل حجريّة ، مزيداً من الحرص والعناية . تتناقص صعوبات الإنشاء ، إن أشيد المبنى على شكل وحدات متماثلة ، إذ يكفي استخدام كتائف تثبيت بسيطة ، ذات أوزان خفيفة ، تربط ما بين عناصر السقف ؛ لتحقيق إتزان المبنى بكافّة عناصره . يمكننا لتحقيق الإتّزان ، استخدام جدران مشتركة ، تقع ما بين الوحدات ، لا تزيد سماكتها عن (34m.m) ، عوضاً عن كتائف التثبيت ، الممتدة على طول المبنى ، أنظر الشكل (20 ـ 1) .



الشكل (19 ـ 1) : يظهر الشكل منشأة عالية الإرتفاع ، مشادة من البلوك الإنشائي .

* المباني الصناعيّة :

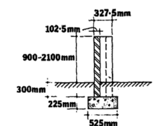
-7.11 : قبل الخمسينات من هذا القرن ، كانت تشاد العناصر الشاقولية للأبنية الصناعية ، على شكل بانوهات ضخمة مصنّعة من البلوك أو البيتون . أمّا الأرضيات ، فكانت تشاد على شكل بانوهات مصنّعة من البيتون المسلّح . أمّا الآن ، فقد استطاع المصمِّمون إيجاد سبل تمكّنهم من إشادة العناصر الشاقوليّة ، على شكل كتل حجريّة ضخمة .

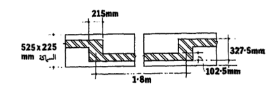
340mm
وحدة حاملة مثلثيّة الشكل
4·5m
أساس شريطي الشكل
حوالي (15m)

الشكل (20 ـ 1) : يظهر الشكل منشأة صناعيّة محمولة على جدران بسيطة الأبعاد ، عرضها يساوي (340m.m) ؛ مستغنين بذلك عن الكتائف الحجريّة الحاملة .

● متطلّبات الجدران الإستنادية وأسوار الحدائق :

8.01- : لم تعد تشاد المنشآت الضخمة ، كالسدود والجدران العالية ، قصيرة الإمتداد ؛ من مواد بنائيّة . بينما ظلّت الجدران الأكثر بساطة ، تشاد من مواد بنائيّة ، حيث يمكن للمعماري التعامل معها ، مستعيناً بجداول وإرشادات تحتويها أنظمة البناء . توضّح الأشكال (21 - 1) ، (22 - 1) و(23 - 1) ، تفاصيل مجموعة من الجدران الحجريّة ، أو المشادة من البلوك الإسمنتي .

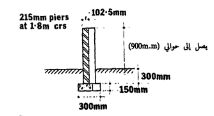




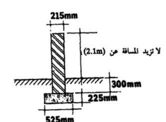
b

الشكل (21 - 1 - ب) : يظهر الشكل مسقط ومقطع جدار ذي سطوح متكسّرة .

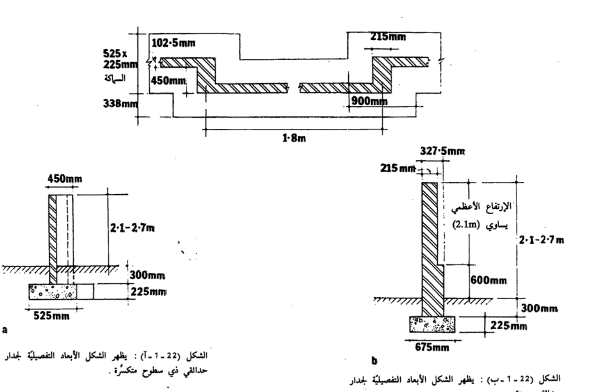
8.02- : تستخدم الجدران المشادة من البلوك بنجاح ، لبناء جدران الأقبية ، وفتحات دخول الطابق الفني المخصّص ، لتيسير إصلاح التمديدات الكهربائية والصحيّة . تشاد جدران البلوك ، إمّا على شكل جدران ضخمة ، تصلح كأساسات لما يعلوها ، أو بأبعاد بسيطة ، كافية لتشكيل قوس قادر على تحمُّل ضغوط عالية ، أو لتشكيل أكتاف قادرة على تحمُّل قوى الضغط . تصمّم فتحات دخول الطوابق الفنية ، على شكل اسطوانة ، لكي نستطيع توظيف الفتحة لتحمُّل ضغوط عالية . في الآونة الأخيرة ، اتّجه المصمّمون نحو إشادة أقبية من البيتون المسلّح ، بينما أصبحت تشاد فتحات الطوابق الفنية من البيتون مسبق الصب ، على شكل مقاطع دائريّة الشكل .



الشكل (21 ـ 1 ـ آ) : يظهر الشكل الأبعاد الأساسيّة لجدار حدائقي محمول على ركائز .



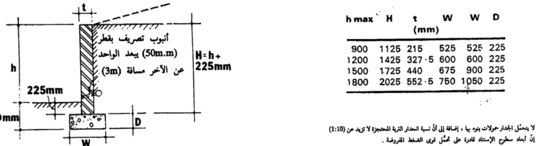
الشكل (21 ـ 1) : تظهر الأشكال جدراناً حدائقيّة نموذجيّة ، قسّمت ارتفاعاتها وفق نسب تتغيّر بما يتلاءم وشكل الجدار وقاعدته التأسيسيّة .



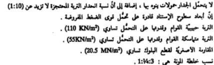
الشكل (22 ـ 1 ـ آ) : يظهر الشكل الأبعاد التفصيليّة لجدار حدائقي ذي سطوح متكسِّرة .

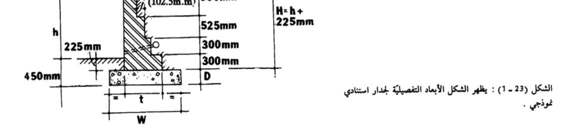
الشكل (22 ـ 1 ـ ب) : يظهر الشكل الأبعاد التفصيليّة لجدار حدائقي مستقيم .

الشكل (22 ـ 1) : يظهر الشكلان ، الأبعاد المحدَّدة لتفاصيل الأجزاء المكوِّنة للجدران الحدائقيّة .



h max	H	t (mm)	W	W	D
900	1125	215	525	525	225
1200	1425	327·5	600	600	225
1500	1725	440	675	900	225
1800	2025	552·5	750	1050	225


لا يتحمّل الجدار حمولات ينوء بها ، إضافة إلى أنّ نسبة انحدار التربة المحتجزة لا تزيد عن (1:10)
إنّ أبعاد سطوح الإستناد قادرة على تحمُّل قوى الضغط المفروضة .
التربة حبيبيّة القوام وقدرتها على التحمُّل تساوي ($110\ KN/m^2$) .
التربة متماسكة القوام وقدرتها على التحمُّل تساوي ($55KN/m^2$) .
المقاومة الأصغريّة لقطع البلوك تساوي ($20.5\ MN/m^2$) .
نسب خلطة المونة هي : 1:¼:3 .



الشكل (23 ـ 1) : يظهر الشكل الأبعاد التفصيليّة لجدار استنادي نموذجي .

● الإتّجاهات المستقبليّة :

9.01- : تتّجه العمارة اليوم ، نحو إنتاج بانوهات جاهزة من البلوك ، تستخدم إمّا على شكل بانوهات حاملة ، أو على شكل بانوهات للفصل ما بين الفراغات . كما ابتكرت في الآونة الأخيرة ، أنظمة للإنتاج الآلي ، تعمل ذاتياً ، الغاية منها صبُّ بانوهات أفقيّة ، وأخرى شاقوليّة . إنّ التطوُّر الأكثر أهميّة ، هو اكتشاف طرق تمكّننا من إنتاج بانوه ضخم من البلوك ، يصل ارتفاعه إلى حوالي ثلاثة أمتار وربع ، وتبقى المشكلة التي تحدُّ من انتشار استخدامه ، هي إيجاد وسائل تركيب ملائمة ، وأخرى تساعدنا على التعامل مع مثل هذه البانوهات الضخمة .

9.02- : إنّ احتواء أنظمة بناء الأبنية الحجريّة ، على تعليمات مشدّدة ، حدّت كثيراً من قدرة المعماري على الإبتكار . إلاّ أنّ المهتمون بهذه الأمور ، مالبثوا أن أصدروا بعض التعليمات المخفّفة ، لكي يتيحوا للمعماري مزيداً من حريّة الإختيار . اعتمدت هذه التعليمات ، على تكثيف إجراء الإختبارات المخبريّة ، للوصول إلى فهم العوامل الأكثر أهميّة ، المؤثّرة على بنية وجودة البانوه المشاد من البلوك ، وبذا اتيحت الفرصة ، لغربلة التعليمات والإرشادات ، والإحتفاظ بالمؤثّر منها فقط ، ممّا خفّف على المعماري ، الكثير من القيود التي كانت تحدُّ من حريّته في التصرُّف .

9.03- : إنّ المقاومة العالية ، التي تمتاز بها البانوهات المشادة من البلوك ، اتجاه قوى الدفع الجانبيّة ، وذلك أثناء خضوعها لحمولات شاقوليّة ، قادتنا إلى ابتكار أساليب إنشائيّة ، تتبنّى عناصر شاقوليّة مسبقة الإجهاد ، مشادة من مواد بنائيّة .

9.04- : بعد اكتشاف الراتنجينيات الإيبوكسينيّة ، تمكّن المعماريون من التوصُّل ، إلى ملاطات ذات قدرة عالية على الربط . تمتاز هذه الملاطات ، بقدرتها عى مقاومة قوى الشد ، ممّا جعل المبنى ككلٍ ، أكثر قدرة على مقاومة قوى الضغط . هذا ، ونظراً لارتفاع كلف استخدام الراتنجينات الإيبوكسينيّة ، ينصح بتقييد استخداماته ، ليستعمل فقط في ربط عناصر من الواجب تصميمياً ، تركها بأبعادها الأصغريّة ، إذ عندها يلزمنا روابط أكثر فعاليّة ، لكي نتمكّن من الإستفادة من كامل طاقة العنصر على التحمُّل ، وعدا ذلك ، نستخدم الروابط الأخرى ، ولو كان ذلك على حساب زيادة أبعاد مقطع العنصر الحامل .

● بيان لمدى اقتصاديّة استخدام المواد البنائيّة :

10.01- : هناك العديد من المنشآت منخفضة الإرتفاع ، التي إن أشيدت من مواد بنائيّة ، حصلنا على أبنية منخفضة الكلفة . على أيِّ حال ، حتى الأبنية التي يصل ارتفاعها إلى حوالي ستة عشرة طابقاً ، يمكن أن تبدو إن هي أشيدت من مواد بنائيّة ، أبنية منخفضة الكلفة ، على الرغم من اعتراض الكثير من متعهِّدي البناء ، إذ يفضِّلون إشادة ابنيتهم ، من مواد إنشائيّة حديثة ، لما تتميّز به تلك المواد ، من قدرة على إنجاز الأعمال ، بأقصر وقت ممكن ، ممّا يساعدهم على استرداد أموالهم مع أرباحها بسرعة ، دون الإنتظار مدداً طويلة ، تتطلّبها عادة المنشآت المشادة من مواد بنائيّة .

10.02- : تتطلّب إشادة المباني بمواد بنائيّة ، حرصاً في اصطفاء نوعيّة البلوك أو الكتل البيتونيّة الصالحة للإستخدام ، كما تؤثّر عوامل كثيرة على طريقة وأسلوب الإنشاء ، أهمُّها مدى توفُّر المادّة المنتخبة . إنّ القيود التي تفرضها بشدّة أنظمة البناء ، على استخدام مواد الإنشاء ، لعبت دوراً في إبعاد الكثير من مواد البناء التقليديّة ، خصوصاً قطع البلوك .

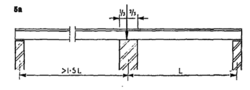
10.03- : يتميّز العصر الحالي ، بانتشار دور الإعلان ، التي تقوم بحملات دعائيّة للترويج لمادّة من مواد البناء دون أخرى ، ممّا قد يوقع المصمِّم في أخطاء الإختيار ، إن لم يكن اختياره مبنيّاً على التجربة العلميّة . هذا ، وتحتل في أيّامنا هذه ، الكتل البيتونيّة بمختلف أشكالها وأحجامها ، مكان الصدارة في البرامج والخطط الدعائيّة . وبصرف النظر عن كلِّ هذا ، تبقى الكتل البيتونيّة ذات الأوزان الخفيفة ، والتي لا يتجاوز وزن القطعة منها العشرة كيلو غرامات ، والتي يستطيع العامل رفعها بيد واحدة ، هي القطع الأجود والأنسب اقتصاديّاً ، وفق كافّة مقاييس حساب الكلفة .

الفصل الثاني

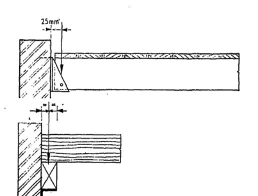
الحِسَابَات الإنشَائيَّة

● المقدمة :

يتناول الفصل هذا ، الخطوط العريضة لإسلوبين من أساليب حساب المنشآت الحجريّة ، الأوّل ويعتمد



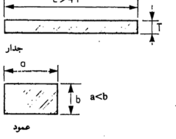
الأسلوب أو الطريقة التحليليّة ، والثاني ويعتمد الأسلوب التجريبي . حوى الفصل أيضاً ، على بعض الأمثلة المحلولة وفق كلا الطريقتين .



● أسس تصميم المباني الحجريّة :

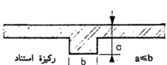
1.01- : تستخدم المواد البنائيّة بشكل خاص ، في إشادة العناصر الشاقوليّة : كالجدران ، الأعمدة ، والركائز الحاملة . يمكن أن يطلق على عنصر إنشائي ، اسم جدار ، إن كان طوله يساوي على الأقل أربعة أضعاف عرضه ، وإن لم يكن الأمر كذلك ، أطلق على العنصر لفظة «العمود». تتألّف ركيزة الإستناد أساساً ، من عمود استُكْمِلَ بجدار ، أنظر الشكل (1 ـ 2) .

إنّ كافّة المعلومات التي سترد من خلال الفقرات اللاحقة ، والتي ستتناول أساليب حساب وتصميم الجدران ، يصح تعميمها ، بما يسمح بتطبيقها على الأعمدة والركائز ، مالم يذكر خلاف ذلك .



الشكل (1 ـ 2 ـ آ) : يظهر الشكل ، النسب الرابطة ما بين سماكة وطول عنصر إنشائي ، الكافية لإطلاق تسمية جدار عليه .

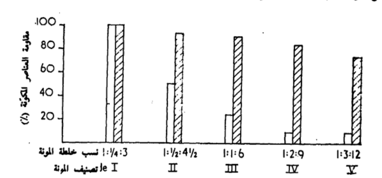
الشكل (1 ـ 2 ـ ب) : يظهر الشكل ، نسبة بعدي مقطع عنصر إنشائي ، يمكن أن يطلق عليه ، إن تحقّقت ، اسم عمود حامل .



الشكل (1 ـ 2 ـ حـ) : يظهر الشكل ، نسبة بعدي مقطع عنصر إنشائي ، يمكن أن يطلق عليه ، إن تحقّقت ، اسم ركيزة استناد .

*** المقاومة :**

1.02- : تستند معرفتنا لمدى مقاومة العنصر المشاد من مواد بنائيّة ، بشكل أساسي ، على معرفتنا لنوعيّة الوحدات البنائيّة المستخدمة في الإنشاء ، أهي بلوك ، حجر ، أم عبارة عن كتل بيتونيّة . كما تستند تلك المعرفة بشكل أقل ، على معرفتنا للتركيب الحبي وجودة المونة المستخدمة في عمليّة الربط ، أنظر المخطّط البياني الموضّح في الشكل (2 ـ 2) ، وأيضاً اللوحات : (1 ـ 2) ، (2 ـ 2) ، (3 ـ 2 ـ آ) ، و (3 ـ 2 ـ ب) .



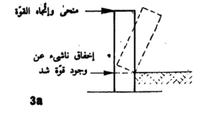
الشكل (2 ـ 2) : يظهر الشكل المقاومات النسبيّة لأنواع من المونة ، تندرج ضمن عدد من التصانيف . أجريت الدراسة لإظهار مقاومة المونة «المستطيلات المظلّلة» ، بالمقارنة مع مقاومة قطع البلوك المستخدمة «المستطيلات البيضاء» . تظهر نسب المزج العائدة للمونة المستخدمة ، مدرجة ضمن الجدول (5 ـ 1) .

إنّ المفاضلة ما بين وحدات البلوك والكتل البيتونيّة ، وما بين الأنواع المتعدّدة التي يحتويها كل صنف من الأصناف ، واختيار الأنسب منها ؛ لا تتحكّم به دوماً ، دوافع وحجج إنشائيّة صرفة ، بل توجد هناك عوامل واعتبارات أخرى ، تلعب دورها في تحديد الأنسب منها . من تلك الإعتبارات على سبيل المثال : مدى توفُر المادّة محليّاً ، إتّجاهات ونزعات وإرادة القائمين على التنفيذ ، وغيرها من الإعتبارات الأقل أهميّة ، كالشكل النهائي لما يمكن أن تبدو عليه المادّة ، وهي مرصوفة على الواجهات الخارجيّة ، مدى قدرة المادة المختارة على العزل الصوتي والحراري ، كلفة الإنشاء ، ومدى قدرة المادّة على التحمُّل .

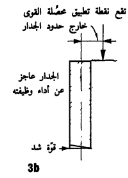
1.03- : تعدُّ الوحدات المشادة من مواد بنائيّة ، وكذلك خلطات المونة المستخدمة للربط ما بين تلك الوحدات ، من العناصر ذات القدرة المنخفضة على مقاومة قوى وإجهادات الشد ، لهذا تصمّم تلك الوحدات مع روابطها ، وبذهننا افتراض أساسي ، وهو كونها عناصر غير قادرة على تحمُّل أيٍّ نوع من أنواع إجهادات الشد . يشذُّ عن هذه القاعدة التصميميّة ، الجدران المعرّضة لقوى ضغط الرياح ، حيث نفترض عندها ، أنّ للجدار قدرة بسيطة على مقاومة قوى الشد ، ونعمل على أن نجعل الجدار ، ممتلكاً لتلك القدرة .

* اللا مركزيّة :

1.04- : تولّد عزوم الإنعطاف ، إجهادات شد وضغط ، إلاّ أنّ إجهادات الشد ، تبقى في المنشآت الحجريّة ، ضمن الحدود المسموح بها ، والتي لا تشكّل خطراً على المنشأة ، وذلك لكون مقادير الضغط الكليّة الواقعة على الجدار ، تبلغ أضعاف القيمة السالبة ، التي يشير إليها مخطّط عزم الإنعطاف ، ممّا يجعل تأثيرات قوى الشد في

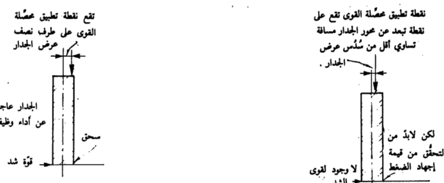


الشكل (3 ـ 2 ـ آ) : لا يجوز افتراض وجود قيم لقوى الشد ، حين يكون المراد تصميم منشآت بنائيّة .



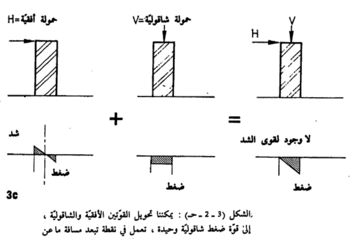
الشكل (3 ـ 2 ـ ب) : لا يجوز افتراض وجود قيم لقوى الشد ، حين يكون المراد تصميم منشآت بنائيّة .

المنشآت الحجريّة ، تأثيرات مهملة تصميمياً . توضّح الفقرة « 2.09 » ، كيف يمكننا تحويل العزم وقوى الضغط الواقعة على دعمة انضغاطيّة شاقوليّة ، إلى قوّة ضغط لا مركزيّة ، يبعد مركز تأثيرها مسافة ما ، عن مركز ثقل مساحة المقطع الأفقي للدعمة الشاقوليّة . من ذلك نستنتج ، أنّه بالإمكان استبدال قوّة وحيدة ، بكافّة القوى



الشكل (3 ـ 2 ـ ب) : لا يجوز افتراض وجود قيم لقوىٰ الشد ، حين يكون المراد تصميم منشآت بنائيّة .

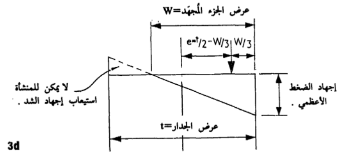
الشاقوليّة والأفقيّة ، المؤثّرة على جدار ما ، بحيث تكون شدّتها ، هي محصّلة مجموعة القوى المؤثّرة ، ومركز تأثيرها يبعد مسافة ما ، تحدّد حسابيّاً ، عن مركز ثقل مساحة المقطع الأفقي للجدار . تلك المسافة تدعى لا مركزيّة الحمولة ، أنظر الشكلين (3 ـ 2 ـ حـ) و(3 ـ 2 ـ د). في حال كان تحليل محصّلات القوى اللاّ مركزيّة هذه ، سينتج عنه ظهور قوى نقاط تأثيرها تقع خارج الجدار ، فإنّ الجدار عندها سينهار . أمّا إن وقعت القوى ، إلى جوار



الشكل (3 ـ 2 ـ حـ) : يمكننا تحويل القوّتين الأفقيّة والشاقوليّة ، إلى قوّة ضغط شاقوليّة وحيدة ، تعمل في نقطة تبعد مسافة ما عن مركز ثقل مساحة مقطع الجدار الأفقي .

حافّة مقطع الجدار ، فإنّ ذلك سيؤدي إلى تصغير المساحة المتاحة من المقطع ، لحمل الحمولة المفروضة ، وبذا ترتفع قيمة الإجهادات لتصبح إجهادات ضخمة ، يمكن لها أن تسحق المادّة البنائيّة فتحطّمها ، ممّا يسبب الجدار بأضرار تجعله عاجزاً عن أداء وظائفه ، أنظر الشكلين (3 ـ 2 ـ آ) و(3 ـ 2 ـ ب) .

هناك عوامل كثيرة ، تؤثّر على موقع لا مركزية الحمولة من أهمّها :



الشكل (3 ـ 2 ـ د) : يمكننا تحويل القوّتين الأفقيّة والشاقوليّة ، إلى قوّة ضغط شاقوليّة وحيدة ، تعمل في نقطة تبعد مسافة ما عن مركز ثقل مساحة مقطع الجدار الأفقي .

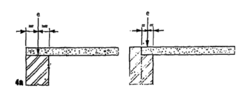
- الوزن الذاتي للجدار :

1.05- : يمثّل الوزن الذاتي للجدار ، بقوّة تقع نقطة تأثيرها ، في مركز ثقل مقطع الجدار ، فإذا افترضنا أنّ الجدار قد أشيد من مادّة متجانسة القوام ، وأنّ له سماكة ثابتة ، فإن جداراً ثقيل الوزن ، بالمقارنة مع الحمولات الأخرى المفروضة عليه ، سيساعد على تقليص المسافة التي يبعد بها مركز تطبيق محصّلة القوى ، عن مركز ثقل المقطع . أي بمعنى آخر ، يقلّل من لا مركزيّة محصّلة القوى .

- حمولة الرياح على الجدار :

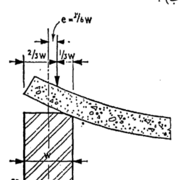
1.07- : يمكن لبانوه الجدار الحجري ، تحمُّل أوزان بانوه آخر ، يقع على أرضيّة الطابق الذي يعلوه . فإن كان الجدار الذي يعلوه أقلّ سماكة ، أو كان محاذ لجانب واحد من جانبي البانوه الأسفل ، فإنّ القوّة الممثّلة لوزن البانوه الأعلى ، هي قوّة لا مركزيّة ، مطبّقة على الجدار الأسفل . تتحدّد تأثيرات حمولة السطح وأرضيّات الطوابق الأعلى ، وفقاً لموقع نقاط تأثير القوى الممثّلة لها ، والتي تعتمد بدورها ، وبشكل كبير ، على طراز الإنشاء .

تدلُّ التجارب على أنّ مركز تأثير القوّة الممثّلة لوزن بلاطة من البيتون المسلّح أو مسبقة الإجهاد ، ذات مجاز معتدل ، ولنقل بأنّه يقلّ عن ثلاثين ضعفاً من سماكة الجدار ، ومحمولة على جدار خارجي ؛ يقع عند محور سطح الإستناد ، الممثّل بالسطح العلوي للجدار ، أنظر الشكل (4 ـ 2 ـ آ) .

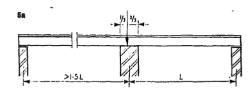


الشكل (4 ـ 2 ـ آ) : يتمثّل وزن الأرضيّة المحمولة ، ذات المجاز الممتد إلى مسافة تقلّ عن ثلاثين ضعفاً من سماكة الجدار الحامل ، بقوّة تقع نقطة تطبيقها ، في منتصف المسافة المحدّدة لسطح الإستناد .

1.08- : في حال كان مجاز البلاطة ممتداً ، وتزيد مسافته عن ثلاثين ضعفاً من سماكة الجدار الحامل ، أو كانت الأرضيّة خفيفة الوزن ، كأن تكون مؤلّفة من عوارض خشبيّة ، تعلوها ألواح تكسية خشبيّة ؛ فإنّ تشوُّهاً يلحظ على شكل الأرضيّة ، وبالتالي فإنّ نقطة تأثير الحمولة ، تنزاح باتّجاه الوجه الداخلي للجدار . تجيز التعليمات ، إزاحة نقطة تأثير الحمولة المطبّقة على الجدار ، بما لا يزيد عن سدُس عرض سطح الإستناد ، أنظر الشكل (4 ـ 2 ـ ب) .



الشكل (4 ـ 2 ـ ب) : يتمثّل وزن الأرضيّة المحمولة ، ذات المجاز الممتد إلىٰ مسافة تزيد عن ثلاثين ضعفاً من سماكة الجدار الحامل ؛ بقوّة تبعد نقطة تطبيقها عن محور الجدار ، مسافة تساوي (1/6) من عرض الجدار .

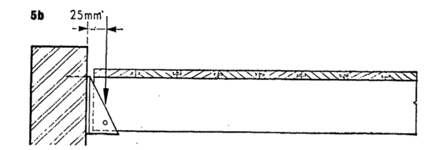


الشكل (5 ـ 2 ـ آ) : تتحوّل الحمولة إلىٰ حمولة لا مركزيّة ، في حال ازداد ابتعاد إحدىٰ المجازات عن الآخر ، ما نسبته تساوي أو تزيد عن (50%) .

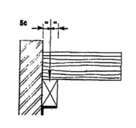
1.09- : يفترض أنّ الجدران الداخليّة ، التي تترك بينها مجازات متساوية تقريباً ، هي جدران تحمل قوى تقع مراكز تأثيرها ، على محور تلك الجدران . على أيٍّ حال ، إن زاد مجاز إحدى الجدران الداخليّة ، عن مجازات الجدران الأخرى ، بما يزيد عن نصف طول المجاز الموحّد ، فإنّ مركز تأثير الحمولة المطبّقة على هذا الجدار ، ينزاح باتّجاه الداخل ، بما يساوي سُدُس عرض سطح الإرتكاز ، أنظر الشكل (5 ـ 2 ـ آ) .

إن كانت هناك أرضية خشبيّة ، محمولة على عارضة خشبيّة ، محمولة بدورها على عروة حديديّة ، مثبّتة ضمن الجدار ؛ فإنّ أنظمة البناء تنص ، على أنّ نقطة تأثير الحمولة في هذه الحالة ، تبعد عن السطح الداخلي للجدار ، مسافة (25m.m) ، أنظر الشكل (5 ـ 2 ـ ب) .

إن حوى الجدار على بروز خشبي حامل ، يقع محاذ لسطح الجدار من الداخل ، وظيفته تلقي حمولة أرضيّة أو سطح المبنى ، فإنّ نقطة تأثير تلك الحمولة ، تقع على محور سطح الإرتكاز ، أنظر الشكل (5 ـ 2 ـ حـ) .

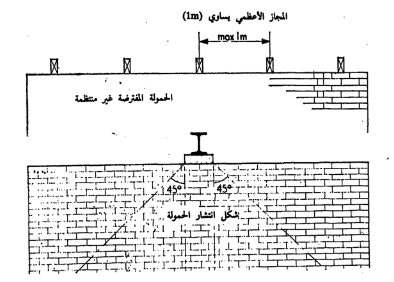


الشكل (5 ـ 2 ـ ب) : تتحوّل الحمولة إلىٰ حمولة لا مركزيّة ، في حال استندت الأرضيّة ، علىٰ عروات تحميل جانبيّة .



الشكل (5 ـ 2 ـ حـ) : تتحوّل الحمولة إلىٰ حمولة لا مركزيّة ، في حال استندت الأرضيّة ، علىٰ عارضة محمولة علىٰ زاوية معدنيّة .

1.10- : إنّ كافّة الأمثلة التي تمّ مناقشتها في الفقرة السابقة ، هي أمثلة تفترض بأنّ الحمولة موزّعة بالتساوي تقريباً ، على كامل طول الجدار . أمّا في حال كانت الحمولة مركّزة على جزء من طول الجدار ، فالأمر يختلف ، إذ عندها يتلقّى الجدار الحمولة المركّزة ، ليشتّتها وفق خطوط تمتد على جانبي سطح الإستناد ، وتصنع مع محور الإرتكاز زاوية (45°) ، أنظر الشكل (6 ـ 2) .



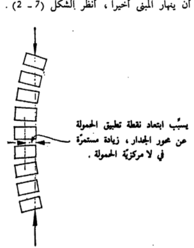
الشكل (6 ـ 2) : يظهر الشكل الحمولة الموزّعة على امتداد طول الجدار .

* نسبة اللاّ مركزيّة :

1.11- : من المفيد أحياناً ، التعبير عن أثر الحمولات اللاّ مركزيّة ، بعقد مقارنة ما بين عرض الجدار ، ومواضع نقاط تأثير تلك الحمولات عليها . لذا وجد مفهوم «نسبة اللاّ مركزيّة» ، المعبّر عنه بالعلاقة (%) ، حيث يمثّل الحرف (e) ، المسافة التي تبعد بها نقطة تأثير الحمولة ، عن محور سطح الإستناد . بينما يمثّل الحرف (t) ، سماكة الجدار . لفهم ومعرفة مجالات تطبيق تلك النسبة ، في الحقل الإنشائي ، أنظر الفقرة (3.08) .

* عدم الإستقرار ونسبة النحولة :

1.12- : بصرف النظر عن القوى المسبّبة لقلب الجدار أو تحطّم وسحق أجزاء منه ، وكذلك بصرف النظر عن القوى اللاّ مركزيّة ، وانتفاء احتمال تواجدها ؛ يبقى الجدار معرّضاً للإنهيار ، إن كان جداراً غير مستقر . إنّ مفهوم عدم استقرار العناصر المعرّضة لقوى ضغط مفروضة ، هو مفهوم معقّد ، ليس من السهل دوماً إدراك تفاصيله ، على الرغم من أنّ آليّة تأثيره على المنشأة معروفة تماماً . تسبّب التشوُّهات الظاهرة على العنصر ، زيادة في عزوم الإنعطاف ، التي تسبّب بدورها ، زيادة تصيب قيم التشوُّهات ، فالعلاقة كما نرى جدليّة ، وباستمرارها على المدى الطويل ، يتحوّل وضع المبنى من سيء إلى أسوأ ، إلى أن ينهار المبنى أخيراً ، أنظر الشكل (7 ـ 2) .



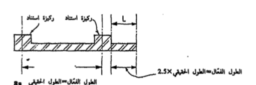
الشكل (7 ـ 2) : يظهر الشكل ، انهيار منشأة ، بسبب تخلخل أصاب استقرارها . تتحكّم نسبة النحولة ، بمدى استقرار المنشأة الجداريّة .

هناك ثلاثة عوامل رئيسيّة ، تؤثّر على بدء تعرُّض المبنى لأخطار تزايد التشوُّهات هي : مقدار الحمولة ، الإرتفاع وفي بعض الأحيان طول العنصر ، وأخيراً السماكة . توجد هناك علاقة تناسب ما بين العاملين الأخيرين ، وبين قيمهم الحقيقيّة ، هي في الواقع في غاية الأهميّة . تسمّى النسبة ما بين قيمتي العاملين الأخيرين ، نسبة النحولة . فنسبة النحولة تساوي

$$\frac{\text{الإرتفاع الفعّال أو الطول الفعّال}}{\text{السماكة الفعّالة}}$$

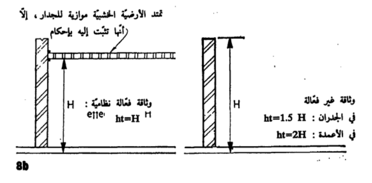
تستخدم لفظة «الفعّال» ، لكون قيم الأبعاد الحقيقيّة ، وكذلك السماكة الحقيقيّة للجدار ، يمكن لنا تعديلها ، لكي تتواءم مع ظروف خاصّة ، سيجري توضيحها في الفقرة التالية .

1.13- : من الضروري معرفة ماهيّة الوثاقات ، التي تحدُّ من حريّة الجدران ، وكذلك معرفة فعّاليّة المعالم الفيزيائيّة الأخرى المحيطة بالجدار ، والتي تحدُّ من حريّة حركته ، بصرف النظر عن المعالم الفيزيائيّة للجدار ذاته . فمن المعلوم أنّ هناك عناصر تساعد على إبقاء الجدار في موضعه منها : الجدران الأخرى ، الأسقف ، والأرضيّات . إن كانت الوثاقات الرئيسيّة ، التي تحدُّ من حريّة حركة الجدار ، ليست سوى عناصر شاقوليّة ، تعمل على إحكام ربط طرفي الجدار ، للإحتفاظ به في موضعه ، كما هو الحال في الأعمدة البيتونيّة المسلّحة أو الجدران الإستناديّة ، فإنّ الجدار عندها سيمتد أفقيّاً ، وستحدّد نسبة النحولة ، وفقاً للطول الفعّال ، المساوي هنا للمسافة المحصورة ما بين محاور الروابط الشاقوليّة ، أنظر الشكل (8 ـ 2 ـ آ) . أما إن كان الجدار موثوقـاً من طرف واحد فقط ، فإنّ الطول الفعّال عندها سيساوي (2½) من قيمة الطول الحقيقي ، أنظر أيضاً الشكل (8 ـ 2 ـ آ) .



الشكل (8 ـ 2 ـ آ) : يظهر الشكل طريقة حساب الطول الفعّال .

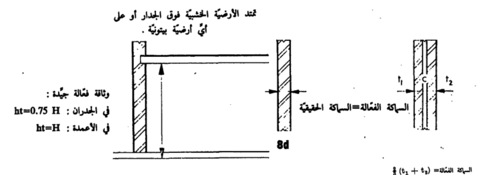
-1.14 : إنّ جدراناً حرّة ، من غير قيود ، هي جدران تمضي في الإتّجاه الشاقولي ، وارتفاعها الفعّال ، هو المستخدم عند حساب نسبة النحولة . من المفترض عادة ، أنّ الجدار الممتد شاقوليّاً ، هو جدار موثوق من قاعدته ، إن لم يكن بفعل وثاقة نظاميّة ، فبفعل وزنه الذاتي ، لذا تكون الحالة التي يكون عليها سطح الجدار من الأعلى ، هي التي تحدِّد قيمة ارتفاع الجدار الفعّال . تتراوح قيمة الإرتفاع الفعّال لأمثال هذه الحالات ، ما بين (¾–1½) من قيمة الإرتفاع الحقيقي ، وذلك تبعاً لدرجة ارتباط الجدار بالعناصر المثبِّتة ، ولدرجة فعّاليّة تلك المثبِّتات ،



الشكل (8 ـ 2 ـ ب) : يظهر الشكل طريقة حساب الإرتفاع الفعّال .

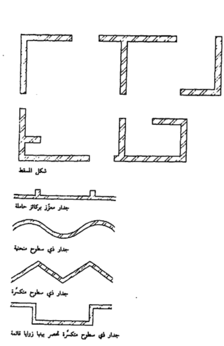
أنظر الشكلين (8 ـ 2 ـ ب) و(8 ـ 2 ـ حـ) . تتراوح مسافة الإرتفاع الفعّال للأعمدة ما بين (1-2) من مسافة الإرتفاع الحقيقي .

1.15- : تساوي السماكة الفعّالة لجدار صلد ، السماكة الحقيقيّة لذاك الجدار ، بينما تساوي السماكة الفعّالة لجدار مفرّغ ، ثلثي سماكة كلا الطرفين الصلدين من الوحدة البنائيّة ، أنظر الشكل (8 ـ 2 ـ د) .



الشكل (8 ـ 2 ـ حـ) : يظهر الشكل طريقة حساب السماكة الفعّالة .

-1.16 : إنّ مشكلة عدم الإستقرار ، هي واحدة من المشكلات الرئيسيّة ، التي يواجهها المصمِّم ، عند تصدِّيه لتنفيذ منشأة حجريّة حاملة . إنّ محاولة تخفيض نسبة النحولة ، عن طريق رفع سماكة العنصر الإنشائي الحامل ، تعدُّ محاولة باهظة التكاليف ، إذ تعني زيادة في كميّة المادّة ، زيادة في أجور التصنيع ، وزيادة في المساحة اللازمة لاستيعابها ، إضافة إلى ما تسبِّبه من مشاكل تتركّز عند منسوب التأسيس . يستخدم لتفادي مشاكل عدم الإستقرار ، حلول متعدِّدة منها : تزويد الجدران بركائز ودعامات ، تتوزّع على مسافات منتظمة ، أو اختيار أشكال للجدران ، تساهم في زيادة ورفع درجة ثباتها ، كأن تستخدم جدران متلاقية وفق زوايا قائمة ، جدران منحنية ، جدران منكسرة وفق زوايا حادّة ومنفرجة ، وجدران منكسرة وفق زوايا قائمة ، أنظر الشكل (9 ـ 2) . تراعى طريقة ترتيب وتوزيع الجدران ، وتولى عناية خاصّة عند حساب المنشآت الحجريّة ، خصوصاً إن كانت عبارة عن عناصر تدخل في تشكيلة أبنية حجريّة عالية الإرتفاع .



الشكل (9 ـ 2) : إنّ لشكل الجدار ، ولطريقة ترتيب أجزائه المكوِّنة في المسقط ، أهميّة خاصّة في المنشآت البنائيّة الطويلة .

● أساليب التصميم :

2.01- : هناك أسلوبين شاع استخدامهما في الآونة الأخيرة ، لتصميم وحساب المنشآت الحجريّة ، الأوّل ويدعى الأسلوب التحليلي ، والثاني ويدعى الأسلوب التجريبي .

● الأسلوب التحليلي :

* خطوات التصميم

- إيجاد الحمولة الكليّة :

3.01- : عند تصميم أيٍّ ركيزة حجريّة أو جدار حجري ما ، ينبغي أوّلاً إيجاد الإجهادات الأعظميّة المتولّدة داخل بنية تلك العناصر . لمعرفة وحساب تلك الإجهادات ، ينبغي في البدء إيجاد وحساب كافّة الحمولات المطبّقة ، كالوزن الذاتي للمنشأة ، والحمولات الحيّة ، المنقولة من أرضيّات المبنى .

- إيجاد اللاّ مركزيّة القصوى :

3.02- : يصبح من الضروري ، بعد حساب وإيجاد قيمة كافّة الحمولات ، معرفة كيفيّة انتشار وتوزُّع تلك الحمولات على سطح الجدار ؛ أهو انتشار على طول الجدار ، أم عبر سماكته .

إن كان انتشار وتوزُّع الحمولة على طول الجدار ، فمن الممكن نظريّاً ، تقسيم الجدار إلى وحدات طوليّة ، بحيث تبدو الحمولة ، وكأنّها موزّعة بانتظام . تؤخذ وحدات الطول المساوية لـ (1m) كأساس للتقسيم ، وذلك لتسهيل عمليّة إجراء الحسابات من جهة ، ولكون التباينات في قيم الحمولات الواقعة عليها ، بسيطة إلى حدٍّ يمكن إهمالها .

بعد ثمانية وعشرين يوماً	بعد سبعة أيام	رمز التصنيف
16·0 N/mm²	11·0	I
8·0	5·5	II
4·0	2·75	III
1·5	1·0	IV و V

اللوحة (1 ـ 2) : تظهر اللوحة مقاومات المونة المطلوبة وفق موقعها من التصنيف ، مقدّرة بـ (N/m.m²) . أنظر النسب وماهيّة المواد الداخلية في تركيب المونة المصنّفة ، وذلك في اللوحة (5 ـ 1) .

- إيجاد الإجهاد الحقيقي الأعظمي :

-3.03 : نستخدم لإيجاد الإجهاد الحقيقي الأعظمي ، المخطّط البياني رقم (1) ، حيث نضع خطاً يربط ما بين سماكة الجدار على المقياس المدرّج (B) ، وبين قيمة الحمولة المدوّنة على المقياس المدرّج (C) ، ليقطع امتداده المقياس المدرّج (D) ، في نقطة هي المحدّدة لقيمة معدّل الإجهاد . لنصل الآن النقطة هذه ، إلى النقطة المحدّدة لقيمة لا مركزيّة الحمولة المسجّلة على المقياس المدرّج (E) ، ومن ثمّ نمدّد الخط المكوّن منهما ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (F) ، في نقطة ، يمثّل ما هو مدوّن إلى جوارها ، مقدار القيمة العدديّة للإجهاد الأعظمي .

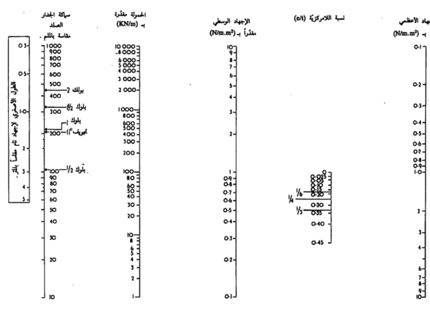
لاحظ أنّ قيم السماكات المدوّنة على المقياس المدرّج (B) ، هي قيم سماكة المادّة الصلبة الداخلة في تركيبة الجدار ، أنظر الفقرة « 1.17 » . سجّلت على المقياس المدرّج (B) ، قيم السماكات الشائعة لوحدات البلوك المستخدمة في إشادة الجدران المصمتة والمفرّغة . تشير الأرقام المدوّنة على المقياس المدرّج (A) ، إلى الأطوال الأصغريّة للجدران ، المقابلة لكلّ سماكة من السماكات المدوّنة على المقياس المدرّج المجاور (B) ، وبذا يتاح لنا عند التصميم ، استخدام الإجهادات الأعظميّة المسموح بها ، دون خوف الوقوع في الخطأ . إنّ أهميّة المقارنة هذه ، تظهر بوضوح ، أثناء الإنتقال إلى الجزء الثاني من عمليّة الحساب .

-3.04 : نسعى لإيجاد قيمة الإجهاد الأعظمي المسموح به للجدار . ينبغي أن تكون القيمة هذه ، أكبر من قيمة الإجهاد الحقيقي ، المستخرجة قيمته من خلال مراحل الحساب المنوّه عنها سابقاً ، لكي يكون الجدار ، جداراً سليماً ، فإن لم يكن الأمر كذلك ، فلا بدّ من إعادة التصميم .

تكتسب لا مركزيّة نقطة تطبيق محصّلة الحمولات ، أهميّة خاصّة ، في حال كان انتشار وتوزُّع الحمولة يتم عبر سماكة الجدار . يتم إيجاد مسافة ابتعاد نقطة التطبيق هذه ، عن محور أو مركز ثقل المساحة ، من خلال تتبُّع المراحل الموضّحة في الفقرات من (1.07 إلى 1.10) .



المخطط البياني رقم (1) : ويستخدم لتحديد الإجهاد الحقيقي .



- إيجاد إجهاد التصميم الأساسي المسموح به للمواد المستخدمة :

3.05- : لإيجاد ذلك ، أنظر اللوحة (2 ـ 2) الخاصّة بمادّة البلوك ، اللوحة (3 ـ 2 ـ آ) واللوحة (3 ـ 2 ـ ب) ، العائدتان للكتل البيتونيّة .

- إيجاد نسبة النحولة :

3.06- : ينبغي تعديل قيمة الإجهاد الأساسي ، بما يتوافق ونسبة نحولة الجدار . يمكننا إيجاد الإرتفاع أو الطول الفعّال من الفقرتين (1.12) و(1.13) ، كما يمكننا إيجاد السماكة الفعّالة من الفقرة (1.14) .

اللوحة (3 ـ 2 ـ آ) : تظهر اللوحة الإجهادات الأساسيّة لقطع بيتونيّة ذات وجه تشغيل أبعاده (390m.m × 190 m.m) .

السماكة	نسبة : الإرتفاع / السماكة	الطراز*	المقاومة مقدّرة بـ ($N/m.m^2$)	إجهادات التشغيل الأساسيّة لأنواع من المونة وذلك حسب موقع تلك المونة من التصنيف العام مقدّرة بـ ($N/m.m^2$)+ I	II	III	IV	V	VI
75 mm	2·53	S	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	0·46	0·46
		N	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	—	—
90	2·11	S	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	0·46	0·46
		N	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	—	—
		S	7·0	1·16	1·13	1·12	0·95	0·78	0·68
		S	11·7	1·34	1·24	1·20	1·03	0·86	0·69
		N	14·0	2·50	2·30	2·20	2·00	—	—

● تشير الرموز المدوّنة تحت ترويسة الطراز إلى ما يلي :

H : ونعني بها كتلة بيتونيّة مفرّغة ، وهي الكتل التي تحوي مادّة صلبة ما نسبته تتراوح ما بين (50%) لـ (70%) من مجموع مادّة كتلتها الإجماليّة .

S : ونعني بهذا الرمز ، أنّ الكتلة البيتونيّة المستخدمة ، كتلة بيتونيّة صلدة ، وهي صفة تطلق على الكتل البيتونيّة ، التي تحوي مواداً صلبة ، لا تقل نسبتها عن (75%) من مجموع موادها المكوّنة .

+ : أنظر اللوحة (٥ ـ ١) ، لمعرفة مكوّنات المونة ونسب المواد الداخلة في تركيبها .

اللوحة (3 ـ 2 ـ آ) : تظهر اللوحة الإجهادات الأساسيّة لقطع بيتونيّة ذات وجه تشغيل أبعاده (390m.m × 190 m.m) .

السماكة	نسبة : الإرتفاع / السماكة	الطراز*	المقاومة مقدّرة بـ ($N/m.m^2$)	إجهادات التشغيل الأساسيّة لأنواع من المونة وذلك حسب موقع تلك المونة من التصنيف العام مقدّرة بـ ($N/m.m^2$)+ I	II	III	IV	V	VI
100	1·90	H	2·8	0·54	0·54	0·54	0·54	0·40	0·40
		S	3·5	0·67	0·67	0·67	0·67	0·44	0·44
		N	3·5	0·67	0·67	0·67	0·67	—	—
		S	7·0	1·12	1·11	1·09	0·91	0·76	0·65
		N	10·5	2·02	1·82	1·82	1·63	—	—
		N	14·0	2·40	2·21	2·11	1·92	—	—
		N	19·3	3·05	2·65	2·48	2·21	—	—
140	1·36	H	2·8	0·42	0·42	0·42	0·42	0·31	0·31
		H	3·5	0·52	0·52	0·52	0·52	0·34	0·34
		N	3·5	0·52	0·52	0·52	0·52	—	—
		S	7·0	0·91	0·88	0·87	0·74	0·61	0·53
		H	9·0	1·02	0·96	0·94	0·81	0·67	0·55
		S	11·1	1·14	1·05	1·01	0·87	0·73	0·58
		N	10·5	1·56	1·42	1·42	1·27	—	—
		N	19·3	2·37	2·05	1·92	1·72	—	—
190	1·00	H	3·5	0·42	0·42	0·42	0·42	0·28	0·28
		N	3·5	0·42	0·42	0·42	0·42	—	—
		S	7·0	0·76	0·74	0·73	0·61	0·51	0·44
		H	8·2	0·84	0·80	0·79	0·66	0·56	0·46
		S	11·1	1·08	0·98	0·98	0·88	0·72	0·56
		N	10·5	1·26	1·14	1·14	1·02	—	—
		N	19·3	1·91	1·65	1·65	1·39	—	—

* تشير الرموز المدوّنة تحت ترويسة الطراز إلى ما يلي :

H : ونعني بها كتلة بيتونيّة مفرّغة ، وهي الكتل التي تحوي مادّة صلبة ما نسبته تتراوح ما بين (50%) لـ (70%) من مجموع مادّة كتلتها الإجماليّة .

S : ونعني بهذا الرمز ، أنّ الكتلة البيتونيّة المستخدمة ، كتلة بيتونيّة صلدة ، وهي صفة تطلق على الكتل البيتونيّة ، التي تحوي مواداً صلبة ، لا تقل نسبتها عن (75%) من مجموع موادها المكوّنة .

+ : أنظر اللوحة (٥ ـ ١) ، لمعرفة مكوّنات المونة ونسب المواد الداخلة في تركيبها .

يمكننا حساب نسبة النحولة ، من خلال معرفتنا للقيم الفعّالة لسماكة وارتفاع أو طول الجدار ، وذلك بتطبيق العلاقة الموضّحة في الفقرة (1.11) .

نستعين لإيجاد نسبة النحولة ، بالمخطّط البياني رقم (2) ، حيث نرسم خطاً مستقيماً ، يصل ما بين نقطة تقع على المقياس المدرّج (G) ، مطابقة لقيمة السماكة الفعّالة

اللوحة (3 ـ 2 ـ ب) : تظهر اللوحة الإجهادات الأساسيّة ، لقطع بيتونيّة ذات وجه تشغيل ، أبعاده (440m.m × 215 m.m)

السماكة	نسبة : الإرتفاع/السماكة	النوعية*	المقاومة مقدّرة بـ(N/m.m²)	إجهادات التشغيل الأساسيّة لأنواع من المونة وذلك حسب موقع تلك المونة من التصنيف العام مقدّرة بـ(N/m.m²+) I	II	III	IV	V	VI
75 mm	2·87	N	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	—	—
		S	11·1	1·32	1·23	1·19	1·02	0·85	0·69
		N	14·0	2·50	2·30	2·20	2·00	—	—
90	2·39	N	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	—	—
100	2·15	H	2·8	0·56	0·56	0·56	0·56	0·42	0·42
		S	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	0·46	0·46
		N	3·5	0·70	0·70	0·70	0·70	—	—
		H	10·5	1·29	1·21	1·18	1·01	0·84	0·69
		N	14·0	2·50	2·30	2·20	2·00	—	—

● تشير الرموز المدوّنة تحت ترويسة الطراز إلى ما يلي :

H : ونعني بها كتلة بيتونيّة مفرّغة ، وهي الكتل التي تحوي مادّة صلبة ما نسبته تتراوح ما بين (50%) لـ (70%) من مجموع مادّة كتلتها الإجماليّة .

S : ونعني بهذا الرمز ، أنّ الكتلة البيتونيّة المستخدمة ، كتلة بيتونيّة صلدة ، وهي صفة تطلق على الكتل البيتونيّة ، التي تحوي مواداً صلبة ، لا تقل نسبتها عن (75%) من مجموع موادها المكوّنة .

+ : أنظر اللوحة (٥ ـ ١) ، لمعرفة مكوّنات المونة ونسب المواد الداخلة في تركيبها .

العائدة للجدار موضوع التصميم ، وبين نقطة تقع على المقياس المدرّج (H) ، مطابقة لقيمة ارتفاع الجدار المسجّلة على واحد من الأعمدة المعنونة بالرموز (H_4, H_3, H_2, H_1) ، وذلك تبعاً لنوعيّة الوثاقة المستخدمة في ربط الجدار . تمدَّد الخط المستقيم هذا ، ليقطع المقياس المدرّج (M) ، في نقطة ، تمثّل القيمة المسجّلة عندها ، مقدار القيمة العدديّة لنسبة النحولة .

اللوحة (3 ـ 2 ـ ب) : تظهر اللوحة الإجهادات الأساسيّة ، لقطع بيتونيّة ذات وجه تشغيل ، أبعاده (440m.m × 215 m.m)

السماكة	نسبة : الإرتفاع/السماكة	النوعية*	المقاومة مقدّرة بـ($N/m.m^2$)	إجهادات التشغيل الأساسيّة لأنواع من المونة وذلك حسب موقع تلك المونة من التصنيف العام مقدّرة بـ($N/m.m^2$+) I	II	III	IV	V	VI
140	1·54	H	2·8	0·46	0·46	0·46	0·46	0·34	0·34
		N	3·5	0·57	0·57	0·57	0·57	—	—
152	1·25	H	9·0	0·98	0·92	0·90	0·77	0·64	0·53
		S	11·1	1·11	1·02	0·98	0·88	0·72	0·56
190	1·13	S	3·5	0·46	0·46	0·46	0·46	0·30	0·30
		N	3·5	0·46	0·46	0·46	0·46	—	—
215	1·00	H	2·8	0·34	0·34	0·34	0·34	0·25	0·25
		N	3·5	0·42	0·42	0·42	0·42	—	—
220	0·98	H	7·5	0·79	0·75	0·74	0·63	0·52	0·44
230	0·93	S	3·5	0·40	0·40	0·40	0·40	0·26	0·26
255	0·84	N	3·5	0·37	0·37	0·37	0·37	—	—
305	0·70	N	3·5	0·35	0·35	0·35	0·35	—	—

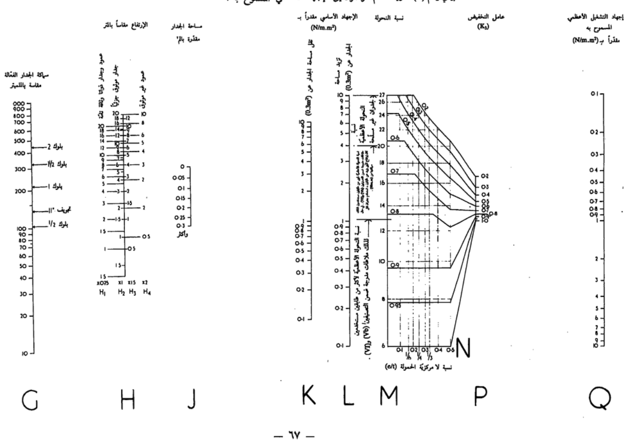
* تشير الرموز المدوّنة تحت ترويسة الطراز إلى ما يلي :

H : ونعني بها كتلة بيتونيّة مفرّغة ، وهي الكتل التي تحوي مادّة صلبة ما نسبته تتراوح ما بين (50%) لـ (70%) من مجموع مادّة كتلتها الإجماليّة .

S : ونعني بهذا الرمز ، أنّ الكتلة البيتونيّة المستخدمة ، كتلة بيتونيّة صلدة ، وهي صفة تطلق على الكتل البيتونيّة ، التي تحوي مواداً صلبة ، لا تقل نسبتها عن (75%) من مجموع موادها المكوّنة .

+ : أنظر اللوحة (٥ ـ ١) ، لمعرفة مكوّنات المونة ونسب المواد الداخلة في تركيبها .

المخطّط البياني رقم (2) : ويستخدم للوصول إلى الإجهاد الأعظمي المسموح به .



3.07- : تمثّل القيم المدوّنة على المقياس المدرّج (M) ، قيم نسب النحولة الأعظميّة المسموح بها ، والمطابقة لأنواع

اللوحة (2 ـ 2) : تظهر اللوحة إجهادات التشغيل الأساسيّة لوحدات مشادة من البلوك النظامي .

رمز تصنيف البلوك	المقاومة	الإرتفاع/السماكة تساوي أو تقل عن 0·75 تصنيف المونة I	II	III	IV	V	VI
14	96·5 N/mm² وأكثر	5·85	4·50	3·80	3·10	2·40	1·40
12	82·5	5·19	4·04	3·44	2·79	2·22	1·27
11	78	4·88	3·83	3·28	2·65	2·14	1·21
	75	4·83	3·80	3·25	2·63	2·13	1·21
10·5	72·5	4·72	3·71	3·19	2·58	2·09	1·18
10	69	4·55	3·60	3·10	2·50	2·05	1·15
9	62	4·12	3·27	2·85	2·31	1·91	1·11
8	55	3·69	2·94	2·61	2·13	1·76	1·07
7·5	52	3·50	2·80	2·50	2·05	1·70	1·05
7	48	3·27	2·63	2·35	1·96	1·63	1·00
6	41	2·87	2·33	2·09	1·80	1·51	0·92
5	34·5	2·50	2·05	1·85	1·65	1·40	0·85
4	27·5	2·05	1·70	1·60	1·45	1·15	0·75
3·5	24	1·85	1·58	1·45	1·30	1·05	0·72
3	20·5	1·65	1·45	1·30	1·15	0·95	0·70
2·5	17·5	1·47	1·30	1·20	1·08	0·88	0·68
	17	1·44	1·28	1·18	1·05	0·86	0·65
2	14	1·25	1·15	1·10	1·00	0·80	0·60
1·5	10·5	1·05	0·95	0·95	0·85	0·70	0·55
1	7	0·70	0·70	0·70	0·55	0·49	0·42
	5·5	0·55	0·55	0·55	0·46	0·38	0·34
0·5	3·5	0·35	0·35	0·35	0·35	0·23	0·23
	2·8	0·28	0·28	0·28	0·28	0·21	0·21

متعدّدة من التراكيب الإنشائيّة ، المعرّفة طرزها ومادتها ، بجمل مدوّنة الى جوار المقياس المدرّج . تلخّص الملاحظات المدوّنة بما يلي :

1 ـ تستخدم القيم الممثّلة لنسب النحولة ، المحصورة ما بين الرقمين (13-6) ضمناً ، للجدران غير المسلّحة ، المشادة من البلوك والكتل البيتونيّة ، والمترابطة بمونة لا اسمنتيّة ، مدرجة ضمن التصنيفين الموضّحين على اللوحتين (٤ ـ ٢) و(٥ ـ ٢) .

2 ـ تعدُّ القيم الممثّلة لنسب النحولة المحصورة ما بين الرقمين (13-20) ، القيم المسموح بها للجدران غير المسلّحة ، المشادة من البلوك والكتل البيتونيّة ، والمترابطة بمونة خالية من الإسمنت ، والتي لا يزيد ارتفاعها عن ارتفاع طابقين . كما تمثّل القيم المسموح بها ، لجدران تقل سماكتها عن (90m.m) ، وإن زاد ارتفاع المبنى عن طابقين .

3 ـ تستخدم القيم الممثّلة لنسب النحولة المحصورة ما بين (20-27) ، للجدران المشادة من البلوك والكتل البيتونيّة ، والمترابطة وحداتها بمونة اسمنتيّة .

ـ إيجاد إجهاد التشغيل الأساسي المسموح به :

3.08- : بعد أن استخرجنا نسبة النحولة « r » ، وبعد أن عرفنا المساحة المحدَّدة للامركزيّة محصِّلة الحمولات « e » ؛ يمكننا الآن حساب عامل التخفيض « K_3 » ، من خلال العلاقة التالية :

$$K_3 = 1-(r-6)(0.0275+0.06e/t).$$

يمكننا على أيٍّ حال ، زيادة الإجهاد المخفَّض بنسبة (25%) ، شريطة أن لا تزيد قيمة التخفيض المزيدة ، عن تلك التي يمكن التوصُّل إليها عند تطبيق القاعدة السابقة ، وبعد تعويض قيمة لا مركزيّة محصِّلة الحمولات (e) بالصفر . تدرج قيم عامل التخفيض في المخطط البياني الثاني .

اللوحة (4 ـ 2) : تظهر اللوحة السماكات الأصغريّة ، المُوافقة لجدران متغيِّرة الأطوال والإرتفاعات . تستخدم الأبعاد هذه ، في إنشاء الجدران الخارجيّة المصمتة المحيطة بالحُجَر والمقاصير صغيرة الأبعاد . كما تستخدم في إنشاء الجدران الفاصلة .

السماكة مقاسة بالملم	الطول مقاساً بالمتر	الإرتفاع مقاساً بالمتر
190	< 12·0	< 3·5
190	< 9·0	> 3·5 < 9·0
290	> 9·0 < 12·0	
290	< 9·0	> 9·0 < 12·0
290	> 9·0 < 12·0	

أو 1/16 من ارتفاع الطبق أو سماكة أيِّ جزء من أجزاء جدار حامل ، أيُّهما أكبر .

اللوحة (4 ـ 2 ـ ب) : جدران خارجيّة مفرّغة ، محيطة بحجُرَ ومقاصير ، أو جدران فاصلة .

سماكة الجزء الخارجي من الجدار مقاسة بالمليمتر		مسافة الفراغ مقاسة بالملم	سماكة الجزء الداخلي مقاسة بالململمتر
روابط أفقيّة كل (900m.m)	≥ 90	≥ 60 < 75	≥ 90
روابط أفقيّة كل (750m.m)	≥ 90	≥ 50 <100	≥ 90

ينبغي أن لا يقل مجموع سماكة جزئي الجدار المفرّغ «الخارجي والداخلي» مضافاً إليهما (10m.m) ، عن السماكة المطلوبة ، فيما لو استخدم جدار صلب .

يمكننا إيجاد النقطة المطابقة لقيمة النسبة (e/t) ، مدوّنة على المقياس الأفقي المدرّج (N) ، وذلك فور معرفتنا لقيمة نسبة النحولة ، المدوّنة على المقياس المدرّج الشاقولي (M) . تبقى تلك القيمة ملازمة للمنطقة العائدة لعامل التخفيض . نتتبّع الخطوط والمنحنيات ، إلى أن نصل إلى النقطة المطلوبة ، الواقعة على المقياس المدرّج (P) . نصل النقطة هذه ، بالنقطة الواقعة على المقياس المدرّج (L) ، والممثّلة لقيمة الإجهادات الأساسيّة ، كما هي مدوّنة في اللوحة (2 ـ 2) أو (3 ـ 2 ـ آ) أو (3 ـ 2 ـ ب) . نمدّد الخط المستقيم المكوّن من النقطتين المشار إليهما سابقاً ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (Q) في نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة إجهادات التشغيل الأعظميّة المسموح بها .

اللوحة (5 ـ 2) : تظهر اللوحة السماكات الأصغريّة الموافقة لجدران متغيّرة الأطوال والإرتفاعات . تستخدم الأبعاد هذه لإنشاء الجدران الخارجيّة المصمتة ، أو لإنشاء الجدران المشتركة ، الواصلة ما بين أبنية متلاصقة .

السماكة مقاسة بالمليمتر	الطول مقاساً بالمتر	الإرتفاع مقاساً بالمتر
190		< 3·5
190	< 9·0	> 3·5 < 9·0
290	> 9·0	
290	< 9·0	> 9·0 < 12·0
290	> 9·0	

اللوحة (5 ـ 2 ـ ب) : جدران خارجيّة مفرّغة وجدران مفرّغة مشتركة ، تربط ما بين بنائين متلاصقين .

جزء خارجي مقاساً بالمليمتر	الفجوة مقاسة بالمليمتر	(جزء داخلي مقاساً بالمليمتر	حدودوقيود طول وارتفاع الجدار
⩾ 90	<75 ⩾ 60	⩾ 75	طابق واحد أو طابق علوي من بناء آخر . ارتفاع الجدار ⩽3m. طول الجدار ⩽7.5m
⩾ 90	<75 ⩾ 60	⩾ 90	مبنى بطابقين أو طابقين علويين من بناء آخر ارتفاع الجدار ⩽7.5m طول الجدار ⩽9m.

* حالات خاصّة :

-3.09 : كما نوّهنا سابقاً ، تفرض أنظمة البناء ، استخدام عوامل تخفيض أكبر ، تخفّض بموجبها قيم الإجهادات الأساسيّة ، وذلك حال تناول الدراسة التصميميّة ، كلّاً من الركائز والجدران شديدة القصر . لمعرفة القيمة المخفّضة للإجهاد الأساسي ، نستخدم المخطّط البياني الثاني ، حيث نصل النقطة الممثّلة لقيمة الإجهاد الأساسي المدوّنة على المقياس المدرّج (K) ، مع النقطة الممثّلة لمساحة الركيزة أو الجدار موضوع الدراسة ، والمدوّنة على المقياس المدرّج (J) . نمدُّ الخط المستقيم المكوّن من النقطتين السابقتين ، إلى أن يتقاطع مع المستقيم المدرّج (L) في نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأساسي المخفّض للجدار أو الركيزة . نتابع بعد ذلك بقيّة العمليّات الحسابيّة ، وفق تسلسلها الموضح في الفقرات السابقة .

-3.10 : تسمح لنا أنظمة البناء ، تجاهل عامل تخفيض الإجهادات ، المرموز له بالرمز (K_3) ، في منطقة من الجدار ، محصورة ضمن المسافة المحدّدة ما بين الوثاقة الجانبيّة ، ونقطة تبعد عنها مسافة تساوي ثُمن ارتفاع الجدار . لذا وضمن المناطق هذه ، نتبنّى قيم إجهادات التشغيل المسموح بها كاملة ، كما هي مدوّنة على المقياس المدرّج (L) .

-3.11 : إنّ جدراناً تبدو في المسقط ، على شكل سطوح متعرّجة ، وأخرى عزّزت صلابتها ، من خلال ركائز استناد أو جدران عرضيّة ، تتوزّع على فواصل منتظمة ، لهي جدران أكثر ثباتاً ، وبالتالي فإنّ نسب نحولتها تتناقص ، بينما تزداد قدرتها على تحمُّل الإجهادات .

-3.12 : تعدُّ الجدران المشادة من حجر غشيم ، والمصطفّة وفق خطوط عشوائيّة ، أقلّ قدرة على تحمّل الإجهادات ، من تلك المشادة من حجر غشيم ، والمصطفّة على شكل مداميك نظاميّة . على أيٍّ حال ، تساوي الإجهادات المسموح بها لجدران مشادة من حجر غشيم ، مصطفّة عشوائياً ؛ ثلاثة أرباع الإجهادات المسموح بها لجدران مشادة من حجر غشيم ، مصطفّة على شكل مداميك نظامية .

-3.13 : نفترض عند إجراء الحساب ، أنّ الجدران المشادة من عدد من المواد المتباينة ، وكأنّها جدران قد أشيدت بكاملها من المادّة الأضعف إنشائياً . فإن لم يكن الإفتراض ملائماً لطبيعة المنشأة ، فلا بدّ من أن نكتفي بأخذ سماكة المادّة الأقوى فقط ، من ضمن مجموع سماكات المواد الداخلة في تركيب الجدار ، والإقتصار عليها عند إجراء الحساب .

إنّ استخدام أكثر من مادّة واحدة في تركيب بنية الجدار ، توقعنا في إرباكات لا حصر لها ، وذلك بسبب تباين مرونة المواد هذه ، إضافة إلى تباين خصائص التمدُّد والتقلّص ، التي تتصّف بها تلك المواد عادة .

*** حمولة الرياح :**

-3.14 : تقتصر محتويات أنظمة البناء الحالية ، على بعض المعلومات البسيطة ، المتعلّقة بكيفيّة تصميم جدران بنائيّة مقاومة لحمولات الرياح . هذا ، وتفترض معظم الأبحاث الحديثة ، على أنّ للجدران البنائيّة ، قدرة على مقاومة حمولات الرياح ، وأنّ هذه القدرة ، تتمثّل بإجهادات تشغيل تدخل في العمليّة الحسابيّة ، وهي تساوي **(0.14N/m.m²)** في حالة عزوم الشد ، وتساوي (0.28N/m.m²) ، عندما يكون المراد حساب قدرة تلك الجدران ، على مقاومة قوى القص ، المتولِّدة عن حمولات الرياح .

ـ 3.15 : إنّ الملاحظات المدوّنة ، ضمن تعليمات أنظمة التنفيذ ، تفترض أنّ الجدران هذه ، غير معرّضة لحمولات شاقوليّة ، سوى الحمولة الممثّلة لوزنها الذاتي ؛ لذا فهي تبدي تحفّظات على النتائج المستخلصة ، والقيم المعياريّة المدوّنة سابقاً ، إن تعرّض الجدار لحمولات شاقوليّة إضافيّة .

● طرق التصميم وفق الأسلوب التجريبي :

ـ **4.01** : إنّ طريقة التصميم وفق الأسلوب التجريبي ، هي عبارة عن مجموعة من التعليمات المستقاة من العديد من أنظمة البناء العالميّة .

* شروط التطبيق :

ـ **4.02** : يطبّق الأسلوب التجريبي في التصميم ، للحالات التالية :

1 ـ فقط في الأبنية السكنية ، التي لا يزيد ارتفاع جدرانها أو سطحها الأخير عن (15m) .

2 ـ ينبغي أن يكون عرض البناء ، أو عرض الجناح البارز من البناء ، مساوياً على الأقل ، نصف ارتفاع البناء ، أو ارتفاع الجناح البارز منه .

3 ـ ينبغي أن يحوي البناء ، جدراناً خارجيّة ، تحيط به من كافّة جوانبه تقريباً ، وإن كان يسمح بأن يكون إحدى جوانبه ، مكوّناً من أجزاء بنائيّة ، محكمة الترابط .

4 ـ يسمح بأن تكون مساحة البناء تساوي (70m²) ، إن كانت الجدران الخارجيّة المترابطة ، تحيط بكامل جوانب المبنى ، أمّا في حال كان ترابط الأجزاء الحاملة ، يقع على جانب واحد من جوانب البناء ، فلا يجوز أن تزيد مساحة المبنى عن (30m²) .

* نوعيّة المواد :

ـ **4.03** : ينبغي أن تتحلّ الأبنية بالمواصفات التالية :

1 ـ ينبغي أن لا يزيد طول أو ارتفاع أيّ جدار من جدران البناء عن (12m) .

2 ـ ينبغي أن ترتبط نهاية كلّ جدار من جدران المبنى ، أو يحكم ربطها بطريقة ما ، إما بكتيفة جداريّة ، بركيزة استناد ، أو بمدفأة جداريّة .

3 ـ ينبغي أن يمتد الجدار في كلّ طابق ، ليغطي ارتفاعه ارتفاع الطابق بكامله .

4 ـ يجوز أن يمتد الجدار غير الحامل لأرضيّة المبنى ، إلى مجازات واسعة ، تزيد عن (6m) ، حيث تحسب وتقاس مسافة المجاز ، بقياس المسافة المحصورة ما بين محاور العناصر الحاملة .

5 ـ في حال كان هناك اختلاف في منسوب الأرض الطبيعيّة ، على أيٍّ من جانبي الجدار الواقع في الطابق الأدنى ، فإنّ سماكة الجدار ، الممثّلة بسماكة المادّة الصلبة منه ، أو سماكة الجزئين الصلبين من الجدار المفرّغ ؛ ينبغي أن لا تقل عن ربع الفرق ما بين المنسوبين .

6 ـ ينبغي أن لا تزيد مجموع الحمولات الحيّة والميّتة ، التي يقوم الجدار بنقلها إلى قاعدته التأسيسيّة ، عن (70KN/m) .

7 ـ ينبغي أن لا ينقل الجدار أو يتعرّض لحمولات جانبيّة ، سوى حمولة الرياح .

أطراف الجدران كافّة

جدار كتائفي

ركيزة استناد

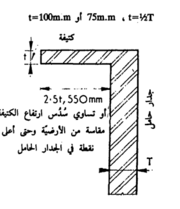
مدفأة حائط

كتيفة تثبيت

الشكل (10 ـ 2) : يوضحّ الشكل الوثاقات المركّبة عند طرفي الجدار .

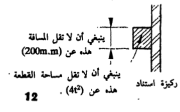
* الدعم الجانبي :

ـ **4.05** : ينبغي أن تربط كافّة جدران المبنى ، ما عدا الجدران الخاصّة الحاملة للنوافذ البارزة ؛ ومن كلا طرفيها ؛ إمّا بركائز استناد ، بكتائف تثبيت ، بجدران كتائفيّة ، أو بمدفأة جداريّة ، أنظر الشكل (10 ـ 2) .



الشكل (11 ـ 2) : يظهر الشكل النسب الرابطة ما بين أبعاد جدار كتائفي .

تعزِّز الجدران الكتائفيّة من ثبات الجدران الحاملة ، وتمنع عنها الإنقلاب الجانبي ، أنظر الشكل (11 ـ 2) . ينبغي تصميم الجدار الكتائفي ، بحيث يبرز عن الجدار الحامل ، مسافة لا تقل عن سُدُس ارتفاع الجدار ، أو



الشكل (12 ـ 2) : يظهر الشكل النسب الرابطة ما بين أبعاد ركيزة الإستناد .

بمسافة تساوي (550m.m) ،أيُّهما أكبر .كذلك ينبغي أن تمتد الجدران الكتائفيّة ، ذات النوافذ أو الإرتدادات المشابهة بشكلها لفتحات النوافذ ، مسافة لا تقل عن (550m.m) ، عن الجدار الحامل ، خصوصاً إن كانت مساحة الفتحة تزيد عن ($0.6m^2$) .

ـ **4.06** : تمتد ركيزة الإستناد أو كتيفة التثبيت نحو الأعلى ، ليشمل امتدادها ، كامل ارتفاع الجدار ، من قاعدته وحتى منسوب أعلى نقطة فيه . تبرز ركيزة الإستناد عن الجدار ، بمسافة تساوي على الأقل ، ضعف سماكة الجدار . ينبغي أن لا يقل عرض ركيزة الإستناد ، المستخدمة في دعم الجدران جانبياً ، عن (190m.m) ، انظر الشكل (12 ـ 2) .

ـ **4.07** : ينبغي أن تتحلّى مدافىء الحائط المستخدمة في دعم الجدران ، بما تتحلّى به ركائز الإستناد ، فيما يتعلّق بمساحة المقطع الأفقي للمادّة الصلبة ، وذلك بعد إقصاء مساحة فتحة النار ، ومساحة أنابيب وفتحات المداخن . كما ينبغي أن لا تقل السماكة الكليّة لمدفأة الحائط عن ضعف سماكة الجدار الحامل .

* قياس طول الجدار :

ـ **4.08** : يقاس طول الجدار ويتحدّد ، بالمسافة المحصورة ما بين محوري ركيزتي الإستناد ، الواقعتين على طرفي الجدار ؛ ما بين محوري كتيفتي التثبيت ؛ ما بين محوري جدارين كتائفيين ، أو ما بين محوري مدفأتي حائط ، تقعان على طرفي الجدار .

* قياس ارتفاع الجدار :

ـ **4.09** : يقاس ارتفاع الجدار ، ابتداء من منسوب الجانب السفلي من أرضيّة الطابق ، إلى منسوب الجانب السفلي من أرضيّة الطابق الذي يعلوه . وفي حالة الطابق الأرضي ، يقاس ارتفاع الجدار ، ابتداء من قاعدته ، وحتى منسوب الجانب السفلي من أرضيّة الطابق الأوّل .

تقاس ارتفاعات الجدران الحاملة لجمالونات ؛ من الجانب السفلي لأرضيّة الطابق ، إلى نقطة تقع في منتصف المسافة المحدّدة لارتفاع الجمالون . تقاس ارتفاعات الجدران العاديّة ، من نقطة الأساس المنوّه عنها سابقاً ، إلى أعلى نقطة متواجدة على الجدار ، مستثنين من ذلك ارتفاع التصوينة ، على أن لا يزيد ارتفاعها عن (1.2m) .

* تحديد سماكة الجدار :

ـ **4.10** : تزوّدنا اللوحة (4 ـ 2) ، بالسماكات الأصغريّة المطلوبة لجدران ذات أطوال وارتفاعات متباينة . هذا ، وفي كل الأحوال ، لا يجوز أن تقل سماكة الجدار ، عن $1/16$ من ارتفاع الطابق . تؤخذ سماكة الجدار ، في حال إنشائه من قطع حجريّة ، من الصوّان ، أو أيٍّ مادّة مزججّة أخرى ، بما يساوي ($1\frac{1}{3}$) من السماكات المدوّنة إلى جوار جدران مكافئة ، جرى استعراضها في اللوحة (4 ـ 2) .

* تحديد أبعاد الجدران المفرغة :

ـ **4.11** : ينبغي أن يزوّد كل جدار مفرّغ ، بصرف النظر عن طوله ، بدعمة جانبيّة ، تقع عند كلّ سقف من الأسقف ، المطلوب من الجدار تلقي أوزانه . في حال كان ارتفاع الجدار ، يزيد عن (3m) ، فإنّ الدعمة الجانبيّة للجدار ، تتواجد عند كلّ أرضيّة من الأرضيّات المحمولة على الجدار .

ينبغي أن لا تقل سماكة إحدى فرعي الجدار المفرّغ عن (90m.m) ، كما ينبغي أن تربط معاً ، بروابط تتوافق نوعيّتها ، مع ما هو مدوّن في أنظمة البناء . ينبغي أن لا يزيد البعد الأفقي ، ما بين محاور الروابط عن (900m.m) ، كما ينبغي أن لا يزيد البعد الشاقولي ما بين محاور الروابط تلك عن (450m.m) . يضاف رابط كلّ (300m.m) ، عند قوائم الأبواب أو الفتحات بأنواعها ، ما لم تكن عناصر الحواف مترابطة أصلاً .

ينبغي أن لا يقل عرض الفجوة الواقعة داخل الجدار المفرّغ عن (50m.m) ، ولا يزيد عن (75m.m) ، عدا الجدران المفرّغة ، التي جرى ربطها بروابط مجدولة ، تقع أفقيّاً على مسافات منتظمة ، بين الواحدة والأخرى مسافة (750m.m) ، وشاقوليّاً أيضاً على مسافات منتظمة ، تحصر بينها مسافات تساوي كلٌّ منها (100m.m) ، إذ عندها يجوز إيصال عرض الفتحة إلى حوالي (100m.m) .

ينبغي أخيراً أن لا يقل مجموع سماكة الجزئين الصلدين من الجدار المفرّغ ، مضاف إليه (10m.m) ، عن السماكة المطلوبة لجدار صلد ، مكافىء له في الطول والإرتفاع .

* الجدران الداخليّة الحاملة :

ـ **4.12** : يمكن أن توظّف الجدران الداخليّة الحاملة ، الواقعة في الطابق الأوّل ، من مبنى ذي ثلاثة طوابق ، لتلقي حمولات كلٍّ من الأرضيتين اللتين تعلوانه . تصمّم الجدران الداخليّة الحاملة هذه ، بسماكة (140m.m) ، أو بسماكة تعادل سماكة الجدران الداخليّة ، على أن تكون قيمة تلك السماكة ، مضافاً إليها (5m.m) ، تزيد عن نصف سماكة أيٍّ من الجدران الخارجيّة ، أو أيٍّ من جدران الغرف أو المقاصير المستقلّة ، أو حتى أيٍّ من الجدران المنفصلة ، المساوية للجدران الداخليّة تلك ، في الطول والإرتفاع .

* المنشآت الملحقة :

ـ **4.13** : تتعامل أنظمة البناء ، في بعض بنودها ، مع الأبنية بسيطة الأبعاد ، ومع المنشآت الملحقة ، كالشرف الهوائيّة «الفرندات» ، الحدائق المغطّاة المعرّضة لأشعة الشمس «الدفيئات» ، كراجات السيارات ، المستودعات ، دورات المياه ، وما شابهها من الفراغات المتّصلة بالأبنية السكنية الصغيرة . ينبغي أن لا يزيد

ارتفاع تلك المنشآت عن (3m) ، وأن لا تزيد عروضها عن (9m) .

تشاد تلك المنشآت ، على جدران بنيت من البلوك الصلد ، أو من القطع البيتونيّة المتماسكة ، على أن لا تترك معرّضة لأيّة حمولة ، سوى حمولة الرياح ، والحمولات المنقولة من سقف المنشأة ، وعلى أن تربط بإحكام ، إلى ركائز استناديّة ، أو كتائف تحميل جانبيّة ، وبذلك يتناقص الطول الفعّال ، إلى ما يقارب الثلاثة أمتار ، مقاسة ما بين محاور الدعمات الطرفيّة . غالباً ما تستخدم جدران بسماكات أصغريّة ، لا تقل عن (90m.m) .

* التصوينات :

- **4.14** : تصمّم الجدران الممثّلة لتصاوين الشرفات والأسطح ، بسماكات تساوي على الأقل ربع ارتفاعاتها . يكفي إن أشيدت التصوينة من مواد صلدة ، أن تكون سماكتها مساوية لـ (190m.m) ، أو أن تكون بسماكة جدار الإرتكاز الحامل لها ، أيُّها أقل .

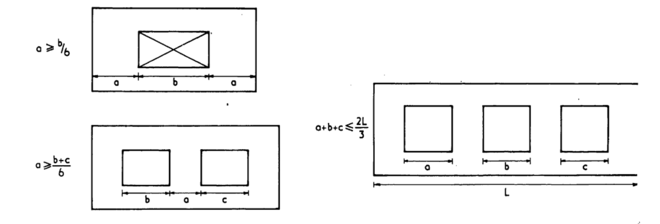
ينبغي أن تكون سماكة التصوينة ، إن أشيدت من قطع من البلوك المفرّغ ، مساوية لسماكة جدار الإرتكاز الحامل لها .

* الفتحات والإرتدادات الجداريّة :

- **4.15** : تتحكّم بمواضع ومساحة الفتحات والإرتدادات الجداريّة ، تعليمات وشروط جرى توضيحها على الشكل (2 ـ 13) .

* البروزات السقفيّة :

- **4.16** : ينبغي تجنُّب ترك أجزاء من أسطح الأبنية ، بارزة عن جدرانها الحاملة ، إن كان ذلك سيسبِّب إفساداً لاستقرار وثبات أيِّ جزء من أجزاء ومكوِّنات الجدار الحامل .



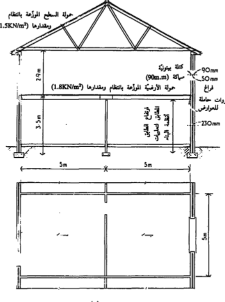
الشكل (13 ـ 2) : يظهر الشكل النسب الرابطة ما بين أبعاد الجدران الخارجيّة ، أو بين أبعاد تلك المشادة ما بين بنائين متّصلين .

الفصل الثالث

مِثَال تطبيقي

● **المقدمة :**

سنجري في هذا الفصل ، مقارنة ما بين طريقتي الحساب ، المعتمدة أولاهما على الأسلوب التحليلي ، والثاني على الأسلوب التجريبي ، وذلك من خلال مثال تطبيقي .



● تصميم جدار خارجي وفق الأسلوب التحليلي :

- **1.01** : يوضّح الشكل (1 ـ 3) ، نموذجاً لمسقط ومقطع مبناً سكنياً ذي طابقين . أشيدت جدران المبنى من القطع البيتونيّة المفرّغة . أشيد السقف على شكل جمالون ، استقرّت أطرافه على صفائح خشبيّة ، مستندة

على رؤوس الجدران الحاملة . حمّلت عارضة السقف الخشبيّة الوسطيّة ، على حاملتين طرفيتين ، على شكل عروتين ، يدفن ضمنهما طرفي العارضة . تفصل بلاطة الطابق الأرضي ، عن الجدران ، من خلال وصلة بسيطة ، صيغت حول حوافها ، بسماكة (12m.m) . المطلوب إيجاد أبعاد الجدار الوسطي الحامل .

الشكل (1 ـ 3) : يظهر الشكل مسقط ومقطع مثال تجرى عليها الحسابات النموذجيّة .

* سماكة القطعة البيتونيّة :

1.02 - : تشير تعليمات أنظمة البناء ، على وجوب أو جواز استخدام قطع بيتونيّة بسماكة (75m.m) ، إن كان المطلوب منها ، إنشاء جدار مفرّغ . إلاّ أنّ السماكة هذه ، ووفق المعطيات الحاليّة ، تعدُّ من السماكات غير الكافية ، مما يضطّرنا إلى البدء بسماكات افتراضيّة أكبر ، ولنفترض مبدئيّاً ، أنّ سماكة الجزء الصلد من القطعة المفرّغة يساوي (90m.m) ، يحصران بينهما فراغاً بسماكة (50m.m) . تتنوّع كثافة القطع البيتونيّة ، وفقاً لنوعيّة ومقاومة المواد الداخلة في تركيبها ، إلاّ أنّ المعدّل الوسطي لكثافة القطع البيتونيّة يساوي ($800kg/m^3$) . يمكننا تغيير القيمة الدّالة على المعدّل الوسطي ، لكثافة القطعة البيتونيّة ، بقيمة حقيقيّة نتوصّل إليها ، باختبار القطعة البيتونيّة ، المراد استخدامها في إنشاء الجدار :

* حساب وزن الجدار :

1.03 - : تجرى الحسابات وفق وحدات القوّة ، لذا تحوّل قيمة كثافة كتلة القطعة البيتونيّة ، بما يتوافق وتلك الوحدات .

إنّ كتلة ($1m^3$) من القطع البيتونيّة تساوي :

2×90 m.m $= 180$m.m.

لذا يكون وزن المتر المربع من القطع البيتونيّة يساوي :

$$\frac{0.18 \times 800 \times 9.81N}{1000} = 1.41KN/m^2$$

* حساب القوّة الأعظميّة الواقعة على الجدار :

ـ 1.04 : لا يهمُّنا مبدئيّاً ، معرفة الحمولات الأعظميّة ، حيث أنّ ما يهمُّنا بادىء ذي بدء ، معرفة قيم الإجهادات المسموح بها ، وهي قيم يتم معرفتها ، من خلال معرفتنا لنسبة النحولة ، وليس لها علاقة ، بقدرة العنصر على مقاومة قوى الضغط . كما رأينا ، يمكننا إهمال عامل تخفيض نسبة النحولة ، ضمن المسافة المحصورة ما بين الوثاقة الطرفيّة ، وبين نقطة تبعد عنها مسافة تساوي ثُمن ارتفاع الجدار . لهذا ينبغي أن نجد الحمولة على بعد يساوي : $\frac{3.5}{8} = 0.44m$ ، وذلك ابتداء من نقطة قاعدة الجدار .

ـ **1.05** : لنتأمّل أوّلاً الحمولات المطبّقة عند مركز ثقل الجدار (الحمولات متحدّة المراكز) .

الوزن الذاتي للجدار= وزن وحدة المساحة × الإرتفاع .

$1.41KN/m^2 \times (2.9m+3.5m-0.44m)$

$=8.4KN/m.$

* وزن سطح المبنى :

ـ أوزان مواد الإنشاء :

ـ **1.06** : وتشمل أوزان القطع الخشبيّة وقراميد تغطية السقف . لاحظ التغيرات التي تطرأ على قيمة الحمولات الواقعة على سطح مائل ، إذ تصبح على مستو أفقي كالتالي :

$$\text{الحمولة المطلوبة على مستو أفقي} = \frac{\text{وزن السطح}}{\text{جيب تمام زاوية ميول السطح}}$$

- الحمولات الحيّة :

خصوصاً ما كان منها ناشيء عن تراكم الثلوج .

لنفترض في مثالنا ، أنّ حمولة السطح على الجدار ، هي حمولة مساوية لـ ($1.5KN/m^2$) . فتكون الحمولة الواقعة على الجدار مساوية لـ :

وزن وحدة المساحة × نصف مجاز السطح .

$$=1.5KN/m^2 \times \frac{10m+(2\times0.23m)}{2}$$

$$=7.85KN/m.$$

يمكننا الآن إيجاد الحمولة الكليّة ، المطبّقة عند مركز الثقل والمساوية لـ :

$$8.4+7.85=16.25KN/m.$$

* وزن الأرضيّة الوسطيّة :

- **1.07** : تعدُّ حمولة الأرضيّة الوسطيّة ، من الحمولات اللاّمركزيّة . يتمُّ أوّلاً حساب حمولة وحدة المساحة ، وذلك وفق الإجراءات التي تمّ بها حساب حمولة السطح . في الحالة هذه ، نفترض أنّ مجموع الحمولة الميّتة والحيّة تساوي ($1.8KN/m^2$) ، بما فيها أوزان فواصل الطابق الأوّل .

الحمولة اللامركزيّة = وزن وحدة المساحة × نصف مجاز الأرضيّة .

$$1.8\times \frac{5}{2} =4.5KN/m.$$

وكما وضحّنا في فقرة سابقة ، تبعد نقطة تطبيق حمولة العارضة المحمولة ضمن عروات تحميل جانبيّة ، عن الوجه الداخلي للجدار ؛ مسافة (25m.m) ، لهذا تكون المسافة المحدّدة للامركزيّة الحمولة تساوي :

25m.m + نصف سماكة الجدار

أي :

$$=25m.m+ \frac{230}{2} =140m.m.$$

* حمولة الرياح :

ـ **1.08** : تحوي أنظمة البناء ، بعض المعلومات والتعليهات ، التي يمكن من خلالها ، حساب الضغوط الجانبيّة ، التي تسبّبها قوى الرياح . تعدُّ الأساليب الواردة في أنظمة البناء ، من الأساليب المعقّدة ، لذا فإننا سنكتفي هنا بتبني النتائج مباشرة ، إذ سنأخذ الرقم الوسطي لحمولة الرياح ، والمساوي لـ ($500N/m^2$) ، كرقم وسطي يمثل تلك الحمولة . تتنوع حمولة الرياح ، بتنوُّع مناطق الدراسة ، وبتنوُّع درجة تعرُّض المبنى لقوى الرياح ، حيث تتراوح قيمها ما بين (250) و($1500N/m^2$) . يتولّد عن تطبيق حمولة بالمقدار المحدّد بالرقم هذا ، عند أسفل بانوه جداري ضخم ، عزوم انعطاف في وسط البانوه .

ـ **1.09** : أثبتت الأبحاث الحديثة ، أنّه يتولّد عن تعرُّض البانوهات غير المحمّلة لقوى الرياح ، عزوم انعطاف ذات قيم معقولة . في مثالنا هذا ، يعدُّ البانوه موضوع الدراسة ، بانوهاً محمّلاً ، وغير معرّض لقوى شد ، إلاّ أنّ إجهادات الضغط المتولِّدة عن قوى الرياح ، لا بدّ من إضافتها إلى الإجهادات المتولِّدة عن الحمولات الشاقوليّة .

ـ **1.10** : تعتمد عمليّة تقدير قيمة عزوم الإنعطاف ، المتولّدة عن حمولة الرياح ، على معرفة مدى استمراريّة بنية البانوه ، ومدى جودة الوصلات الرابطة ما بين بانوهين متلاصقين . ينبغي تقييد حواف البانوه الأربع ، بشكل يتوافق والتعليهات المنصوص عنها في أنظمة البناء . تنص أنظمة البناء ، على وجوب وضع بانوه في الأعلى ، وعلى كلٍّ جانب ، على أن تستند الحافّة الأخفض ، على شريحة التأسيس .

ـ **1.11** : إنّ نسبة جوانب البانوه تساوي :

$$\frac{5}{3.5}=1.43.$$

ثلاثة من جوانب البانوه مستمرّة ، أمّا الجانب الأسفل فليس كذلك ، لهذا نحيل الأمر إلى العمود (٧) ، الموضّح في المخطّط البياني (3) . يشير الخط الأعلى ، على أنّ عامل عزم الإنعطاف لبانوه نسبة حوافه مساوية لـ (1.4) ، هو عامل قيمته تساوي (16) .

عزم الإنعطاف = (قوّة الريح × البعد الأصغر للبانوه) / (عامل عزم الإنعطاف)

عزم الإنعطاف = $\frac{500\times3.5N/m \times3.5}{16}$

$=383$ KN m.m/m امتداد

* إيجاد لا مركزيّة المحصّلة النهائيّة :

- 1.12 : يمكننا الآن معرفة لا مركزيّة محصّلة كافّة الحمولات المؤثّرة على الجدار . يمكننا إنجاز عمليّة الحساب هذه ، بأخذ عزوم القوى المؤثّرة حول المحور الرئيسي للجدار .

نضيف الحمولات الشاقوليّة :

الحمولات اللامركزيّة الكليّة = 16.25

الحمولة المركزيّة المتولّدة عن الأرضيّة الوسطيّة = 4.5 .

المحصّلة النهائيّة = 16.25+4.5= 20.75KN/m

عزم المحصّلة = عزم الحمولة المركزيّة + عزم الحمولة اللاّمركزيّة + عزم حمولة الرياح .

إلاّ أنّ عزم الحمولة المركزيّة تساوي الصفر ، لكونها تعمل في نقطة أخذ العزوم ، لهذا نجد أنّ :

المحصّلة × المسافة المحدّدة للامركزيّتها تساوي :

(عزم قوى الرياح + (الحمولة اللاّمركزيّة × المسافة المحدّدة للامركزيتها) / (المحصّلة النهائيّة)

$$= \frac{4.5\times140+383}{20.75} = 48.8m.m.$$

نسبة اللاّمركزيّة = (المسافة المحدّدة للاّمركزيّة) / (سماكة الجدار الإجماليّة)

$$= \frac{48.8m.m}{230m.m} = 0.21$$

* إيجاد الإجهاد الحقيقي :

ـ **1.13** : لإيجاد الإجهاد الحقيقي في الجدار ، نرجع إلى المخطّط البياني رقم (1) . تتطلّب متابعة المقياس المدرّج (B) ، معرفة سماكة الأجزاء الصلبة من الجدار والتي تساوي :

2×90=180m.m.

نصل النقطة هذه ، بالنقطة الممثّلة للحمولة الكليّة المحسوبة سابقاً ، والمساوية لـ (20.75KN/m) ، والمتواجدة على المقياس المدرّج (C) . نمدّد المستقيم الواصل ما بين النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (D) ، عند نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة معدّل الإجهاد ، والمساوي في مثالنا هذا لـ ($0.116N/m.m^2$) . نصل النقطة هذه ، بالنقطة المتواجدة على المقياس المدرّج (E) ، والممثّلة لنسبة لا مركزيّة الحمولة والمساوية لـ (0.21) . نمدّد الخط الواصل ما بين النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المستقيم المدرّج (F) في نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأعظمي ، وهي القيمة المساوية لـ ($0.27N/m.m^2$) .

* متطلّبات المونة والكتل البيتونيّة المستخدمة :

ـ **1.14** : لإيجاد نوعيّة الكتل البنائيّة والمونة القادرتين على تحمُّل قيم الإجهادات هذه ، لا بدّ من الرجوع إلى المخطّط البياني رقم (2) . يشير المقياس المدرّج (G) هنا ، إلى سماكة الجدار الفعّالة . وكما بيّنا سابقاً ، تساوي السماكة الفعّالة للجدار المفرّغ ، ثلثي مجموع سماكة جزئية الصلبين ، فهي تساوي في مثالنا :

$$2/3 \times 180 = 120 \text{ m.m.}$$

نصل النقطة الممثّلة للسماكة الفعّالة والمساوية لـ (120 m.m) ، والمتواجدة على المستقيم المدرّج (G) ، بنقطة تمثّل ارتفاع الجدار الفعّال ، متواجدة على المستقيم المدرّج (H2) . في مثالنا هذا ، يعدُّ الجدار موثوق بالكامل ، لذا يمكن قراءة ارتفاعه الحقيقي المساوي لـ (3.5m) ، على المقياس المدرّج (H1) ، حيث ينقل أفقيّاً ، إلى المقياس المدرّج (H2) ، لنحصل على القيمة المكافئة للإرتفاع الفعّال ، وهو المساوي لـ (2.6m) . نصل النقطة الممثّلة للسماكة الفعّالة والمساوية لـ (120 m.m) ، المدوّنة على

المقياس المدرّج (G) ، بالنقطة المساوية للإرتفاع الفعّال المكافىء والمساوي (2.6m) ، والمدوّن على المقياس المدرّج (H2) . نمدِّد المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (M) في نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها والمساوي لـ (21.9) ، لنسبة نحولة الجدار . لقد دوِّن إلى جوار تلك النسبة ، ملاحظات تفيد بأنّ المونة الواجب استخدامها ، هي مونة أضعف من تلك المدرجة في كلٍّ من الجدولين (4 ـ 2 ـ ب) و (5 ـ 2) ، أي بمعنى أنّ نوعيّة المونة المطلوبة ، هي واحدة من المونة اللّا اسمنتيّة .

ـ **1.15** : نُسْقِط قيمة نسبة لا مركزيّة الحمولة المساوية (0.21) باتِّجاه الأعلى ، ابتداء من المقياس الأفقي المدرّج (N) ، ليتلاقى مع الخط الأفقي المُسْقَط من النقطة الممثّلة لنسبة النحولة والمساوية لـ (21.9) ، والمدوّنة على المقياس المدرّج (M) في نقطة ، تقع تقريباً في منتصف المنحنيين المرقّمين بالرقمين (0.4) و (0.5) . نتتبّع النقطة هذه على كلا المنحنيين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (p) في نقطة . تمثّل النقطة هذه ، والمساوية لـ (0.44) ، قيمة عامل تخفيض الإجهادات .

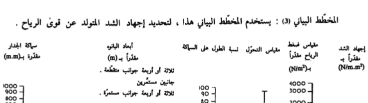
ـ **1.16** : إنّ إجهاد التشغيل الأعظمي المسموح به ، والمطلوب للجدار هذا ، هو الإجهاد المساوي لـ (0.27 N/m.m²) . نصل النقطة هذه ، المدوّنة بقيمتها على المقياس المدرّج (Q) ، بالنقطة المتواجدة على المقياس المدرّج (P) ، والمدوّنة بقيمتها المساوية لـ (0.44) . نمدِّد المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المستقيم المدرّج (L) في نقطة ، يمثّل ما هو مدوّن إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأساسي المطلوب . من الملاحظ أنّ الرقم المدوّن إلى جوار نقطة التقاطع يساوي لـ (0.61 N/m.m²) ، وهي القيمة المساوية للإجهاد الأساسي المطلوب . نرجع إلى الجدولين (3 ـ 2 ـ آ) و (3 ـ 2 ـ ب) ، حيث نجد أنّ كتلة بيتونيّة مقاومتها تساوي (3.5 N/m.m²) ، تستخدم على شكل كتلة بجزئين صلدين ، سماكة كلٍّ منها تساوي (90m.m) ؛ هي كتلة كافية لإنشاء جدار قادر على تلقي الحمولات المفروضة في مثالنا هذا .

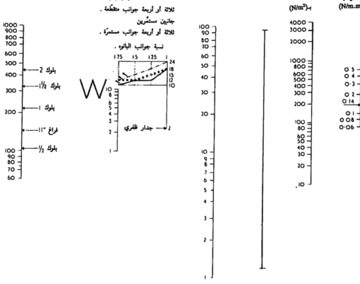
● تصميم جدار داخلي وفق الأسلوب التحليلي :

ـ **2.01** : لنتحقّق، أولاً ، فيما إذا كانت سماكة الجزء الصلد من الجدار الداخلي ، كافٍ لتحمُّل الحمولات المقرّرة . تبلغ سماكة الجزء الصلد من الجدار ، كما هو مفترض سابقاً (90m.m) . لنتابع بعد ذلك الحل على المخطّط البياني رقم (2) ، حيث نصل النقطة الممثّلة للسماكة الفعّالة المساوية لـ (90m.m) ، والتي تقع على المقياس المدرّج (G) ؛ بالنقطة الواقعة على المقياس المدرّج (H) ، والمطابقة لإرتفاع مقداره (3.5m) ، مدوّناً إلى جوار المقياس المدرّج (H1) ، حيث أنّ الجدار موثوق بالكامل . نمدّد المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، فنلاحظ أنّ امتداد المستقيم ، يقع خارج المقياس المدرّج (M) ، الممثّل لقيم نسب النحولة . يدل وقوع المستقيم ، خارج حدود المقياس المدرّج ، الممثّل لقيم نسب النحولة ، على أنّ سماكة الجدار قليلة ، إذا ما قورنت بارتفاعه .

ـ **2.02** : نعيد الإجراءات المنوّه عنها في الفقرة السابقة ، بعد افتراض أنّ سماكة الجدار تساوي (100 m.m) . عندها نقرأ على المقياس المدرّج (M) ، مقدار نسبة النحولة المطابقة للسماكة المساوية لـ (100 m.m) ، وهي نسبة تساوي (26.3) . نتتبّع المنحني إلى أن نقرأ قيمة عامل التخفيض ، المدوّن على المقياس المدرّج (p) ، والمساوي لـ (0.43) . نستخدم كتلاً بيتونيّة مقاومتها تساوي (3.5 N/m²) ، تربط بينها مونة مصنّفة تحت تلك المدرجة ضمن اللوحة (4 ـ 2) ، حيث نجد ومن اللوحة (3 ـ 2 ـ آ) ، إنّ الإجهادات الأساسيّة لكتلة بيتونيّة ، ذات وجه أبعاده (190 m.m × 390 m.m) تساوي (0.67 N/m.m²) . نجد في اللوحة (3 ـ 2 ـ ب) ، قيماً تزيد قليلاً عن تلك القيمة ، وذلك لقطعة بيتونيّة ذات وجه أبعاده (440 m.m × 215 mm) . لنستخدم القيمة الأقل ، حيث نصل النقطة الممثّلة للإجهاد الأساسي ، والمدوّنة على المقياس المدرّج (L) ، بالنقطة التي تمّ حسابها آنفاً ، والمدوّنة على المقياس المدرّج (p) . يتقاطع المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، مع المقياس المدرّج (Q) في نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأعظمي المسموح به ، والمساوي لـ (0.29 N/m.m²) .

المخطّط البياني (3) : يستخدم المخطّط البياني هذا ، لتحديد إجهاد الشد المتولد عن قوى الرياح .





2.03 ـ : إنّ وزن وحدة المساحة لكتلة سماكتها تساوي (100m.m) هي :
أنظر الفقرة (1.03)

$$\frac{0.100\ m \times 800 \times 9.81}{1000}$$

$$=0.79 KN/m^2$$

إنّ كافةَ الحمولات المطبّقة على الجدار ، هي حمولات مركزيّة ، أي أنّ نقاط تأثيرها تقع في مركز ثقل الجدار ، الذي يبعد عن قاعدة الجدار ، مسافة تساوي (1/8) ارتفاع الجدار .

حمولة الأرضيّة = حمولة وحدة المساحة × المجاز

$1.8\ KN \times 5$ من الفقرة (1.01)

$= 9KN/m.$

الوزن الذاتي = وزن وحدة المساحة × الإرتفاع

$0.79 \times (3.5 - 0.44) = 2.42\ K\ n/m$

الحمولة الكليّة = $9 + 2.42 = 11.42KN/m.$

2.04 ـ : لنتابع الحل على المخطّط البياني رقم (1) . نصل النقطة الممثِّلة لسماكة الجدار ، والمساوية لـ (100m.m) ، والمدوّنة على المقياس المدرّج (B) ؛ بالنقطة الواقعة على المقياس المدرّج (C) ، والممثّلة للحمولة الكليّة المساوية لـ (11.42KN/m) . نمدِّد المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (D) في نقطة ، يمثّل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الوسطي للجدار ، المساوي لـ ($0.11\ N/m.m^2$) . يمثّل الإجهاد الوسطي هذا ، الإجهاد الأعظمي ، وذلك لكون الحمولات جميعاً ، حمولات مركزيّة ، لنلاحظ أنّ قيمة الإجهاد المحسوب هذا ، هو أقل من قيمة الإجهاد المسموح به ، والذي تمّ حسابه في فقرة سابقة ، والمساوي ($0.29N/m.m^2$) ، ممّا يجعلنا مطمئنين إلى النتائج ، وبالتالي إلى إجراءات التصميم .

في الواقع ، لو تبنينا كتلة بيتونيّة ، مقاومتها تساوي ($2.8\ N/m.m^2$) ، فإنّ الإجهادات الأساسيّة ، كما هو مدرج في اللوحة (3 ـ 2 ـ آ) ، ستكون مساوية لـ ($0.54\ N/m.m^2$) . إنّ الإجهاد المسموح به ، المستنتج من المخطّط البياني رقم (2) يساوي ($0.23\ N/m.m^2$) ، وهي قيمة تظل أكبر من الإجهاد الحقيقي .

* تصميم جدار مفرّغ بجزء خارجي من البلوك :

ـ **2.05** : هناك طريقتين ، يمكننا بهما حلّ مشكلة إنشاء جدران خارجيّة ، مكوّنة من أجزاء خارجيّة مشادة من البلوك ، وأخرىٰ داخليّة مشادة من القطع البيتونيّة . من المعلوم ، أنّ البلوك أكثر مقاومة للحمولات من القطع البيتونيّة ، إذ أنّ مقاومة معظم قطع البلوك للكسر ، تزيد عن $(20 N/m.m^2)$ ، ممّا يجعل من المفيد ، افتراض أنّ الجزء الخارجي من الجدار ، هو المتلقي للحمولات كافّة . في حال تبني هذا الإفتراض ، يتم إدخال تأثيرات الجزء الداخلي المكوِّن للجدار ، في الحسابات التصميميّة ، فقط عند حساب نسبة النحولة . علىٰ أيِّ حال ، لا يمكننا تبني الإفتراض هذا ، لحل المثال الذي بين أيدينا ، فكما هو ملاحظ ، يقوم الجزء الداخلي من الجدار بمفرده ، بتلقي حمولة الأرضيّة الوسطيّة . إزاء هذا الواقع ، نتبنّىٰ الحل البديل ، المعتمد علىٰ افتراض أنّ الجدار بالكامل ، مشاداً من المادّة الأضعف مقاومة .

● تصميم جدار داخلي وخارجي وفق الأسلوب التجريبي :

ـ **3.01** : يمكننا استخدام ذات المثال ، لتوضيح طريقة التصميم وفق الأسلوب التجريبي .

ـ **3.02** : يساوي الإرتفاع الكلي للجدار :

$$3.5 + 2.9 = 6.4 \text{ m.}$$

يساوي طول الجدار المحصور ما بين كتائف التثبيت خمسة أمتار . تنطبق نوعيّة البناء ، علىٰ ما هو منصوص عليه في القاعدة (7) .

ـ **3.03** : تعني عبارة سماكة الجدار ، المشار إليها في أنظمة البناء ، سماكة المادّة الصلبة من الجدار . هذا يعني أنّ سماكة الجدار تساوي :

$$100 + 100 = 200 \text{ m.m}$$

من اللوحة (5 ـ 2) ، ومن كون مواصفات الجدار مطابقة لتلك المدرجة تحت القاعدة السابعة ، نجد أنّ :

$$\text{السماكة} = \frac{\text{ارتفاع الطابق}}{16}$$

إنّ ارتفاع طابق المبنىٰ الموضّح في الشكل (1 ـ 3) ، يقل عن الإرتفاع المستخدم في العمليّة الحسابيّة هذه ، إذ يقاس الإرتفاع في أنظمة البناء ، ابتداء من منسوب السطح العلوي لقاعدة الإستناد ، إلىٰ أن نصل إلىٰ منسوب السطح السفلي للعارضة التي تعلوها . إذاً ووفق هذا المفهوم ، نجد أنّ ارتفاع الطابق يساوي (3.2m) . وبالتالي تكون سماكة الجدار المطلوب تساوي :

$$\frac{3.2 \times 1000}{16} = 200 \text{ m.m.}$$

وهو رقم مطابق لما تمّ التوصّل إليه سابقاً .

ـ **3.04** : من اللوحة (5 ـ 2) ، نجد أنّ أبعاد الجدار الداخلي ، ترتبط مع بعضها بالعلاقة التالية :

$$32 = \frac{\text{ارتفاع الطابق}}{\text{سماكة الجدار}}$$

إذاً السماكة = $\frac{3.2 \times 1000}{32} = 100 \text{ m.m}$

وهو رقم مطابق لما تمّ التوصّل إليه سابقاً .

● تصميم البانوهات غير الحاملة :

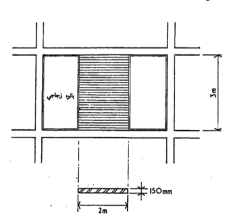
ـ **4.01** : من الضروري غالباً ، التحقّق من قدرة البانوهات غير الحاملة على الإستقرار ، كتلك البانوهات المشادة من البيتون المسلّح ، والتي تعدُّ واحدة من عناصر الأبنية العالية . يعطي الشكل (٢ ـ ١) ، مثالاً لتلك البانوهات ، كما تظهر على واجهة المبنى . تشير أنظمة البناء ، على أنّ بانوهات كهذه ، تتعرّض لقوى ضغط ، منشؤها قوى الرياح السائدة ، والتي تصل وسطياً إلى حوالي ($100 N/m^2$) . المطلوب التحقّق فيما إذا كانت تلك البانوهات ، قادرة على الإحتفاظ باستقرارها .

* خطوات الحل :

ـ 4.02 : يساوي طول البانوه ، طول الجانب الأقصر من البانوه . أي أنّ طول البانوه في مثالنا يساوي (2m) ، وبالتالي فإنّ نسبة بعدي جانبي البانوه تساوي :

$$\frac{3}{2} = 1.5$$

ـ **4.03** : نحيل عمليّة حساب إجهاد الشد المطبّق على البانوهات غير الحاملة ، إلى المخطّط البياني رقم (3) . نصل أولاً النقطة الممثّلة لسماكة البانوه ، المساوية لـ (150m.m) ، والمتواجدة على المقياس المدرّج (R) ، بالنقطة الممثّلة لطول البانوه المساوي لـ (2m) ، والمتواجدة على المقياس المدرّج (S) . نمدّد المستقيم المؤلّف من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (T) ، الحاوي لقيم نسبة الطول إلى السماكة (L/t) . نقرأ الرقم المدوّن إلى جوار نقطة التقاطع ، فنجده مساوياً لـ (13.3) . نصل النقطة هذه ، إلى نقطة تمثّل قيمة إجهاد ضغط الرياح المساوي لـ (100N/m²) ، والمدوّنة على المقياس المدرّج (V) . نحدّد نقطة تقاطع المستقيم هذا ، مع المستقيم (U) ، والذي ندعوه بمقياس التحوّل . نحدّد نقطة على المقياس المدرّج الأفقي (W) ، مطابقة لقيمة نسبة وجهي البانوه ، وهي النسبة المساوية لـ (1.5) . نُسْقِط النقطة أفقيّاً ، على المقياس المدرّج الشاقولي (X) ، ونقرأ القيمة الممثّلة لبانوه ذي جانبين مستمرين ، فنجدها تساوي للرقم (12) . نرسم من النقطة هذه ، مستقيماً يصلها بالنقطة المتواجدة على مقياس المدرّج (U) ، ونمدّده إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرّج (Y) ، الممثّل لإجهادات الشد ؛ في نقطة . نقرأ قيمة إجهاد الشد المدوّن إلى جوار نقطة التقاطع ، فنجده مساوياً لـ (0.1N/m.m²) . إن القيمة هذه ، هي أقل من قيمة إجهادات الشد المسموح بها ، والمساوية لـ (0.14N/m.m²) . إذاً البانوه بأبعاده المقترحة ، قادراً على تحمُّل قوى الرياح ذات المواصفات المفترضة .



● تصميم أسوار الحدائق :

ـ **5.01** : المطلوب إيجاد الإرتفاع المسموح به ، لسور حديقة مشاد من البلوك ، بسماكة (225m.m) ، إن كان ضغط الرياح المتوقّع على واجهة السور يساوي . (600N/m²)

* خطوات الحل :

ـ **5.02** : لا يتلق الجدار الممثّل لسور الحديقة أوزاناً ، سوى وزنه الذاتي . لذا يمكن إدراجه ضمن قائمة البانوهات غير الحاملة . نستخدم للوصول إلى الحل ، المخطّط البياني رقم (3) . نبدأ الحل من المقياس المدرّج (Y) ، المتواجد على الجهة اليمنى . نصل النقطة الممثّلة للإجهاد المسموح به ، المساوي لـ (0.14N/m.m²) ؛ بالنقطة المتواجدة على المقياس المدرّج (X) ، المطابقة للعامل المساوي لـ (2) . يتقاطع المستقيم المؤلّف من النقطتين هاتين، مع المقياس المدرّج (U) في نقطة . نصل النقطة هذه ، بالنقطة الممثّلة لضغط الرياح المساوي افتراضاً لـ (600N/m²) ، المتواجدة على المقياس المدرّج (V) . يتقاطع المستقيم المؤلّف من النقطتين هاتين ، مع المقياس المدرّج (T) في نقطة . نقرأ الرقم المدوّن إلى جوار نقطة التقاطع ، الممثّل لقيمة النسبة (h/t) ، فنجده مساوياً لـ (8.8) . نصل النقطة هذه ، بالنقطة الممثّلة لسماكة الجدار ، والمتواجدة على المقياس المدرّج (R) ، فنحصل على الارتفاع الأعظمي للجدار ، المساوي لـ (1.98m) .

ـ **تحقيق إجهاد القص :**

ـ **5.03** : إنّ القوّة الإجماليّة الأفقيّة ، المطبّقة على طول الجدار تساوي :

600 × 2 = 1200 N.

لذا يكون إجهاد القص المطبّق على الوصلة الأضعف مساوياً لـ :

$$\frac{\text{القوّة الإجمالية}}{\text{المساحة}}$$

$$= \frac{1200}{225\ m.m \times 1000\ m.m} = 0.005\ N/m.m^2$$

إن القيمة هذه ، أصغر من قيمة إجهاد القص المسموح به والمساوي لـ (0.28N/m.m²) . لذا فإنّ الجدار بأبعاده هذه ، قادراً على تحمّل اجهادات القص ، المتولّدة عن قوى الرياح المفترضة .



